



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 11 972 T2 2007.11.15**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 494 785 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B01D 46/00 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 11 972.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/10258**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 746 127.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/084641**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.04.2003**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **16.10.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.01.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.02.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.11.2007**

(30) Unionspriorität:

**370438 P 04.04.2002 US**

**426071 P 12.11.2002 US**

**405432 02.04.2003 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR**

(73) Patentinhaber:

**Donaldson Co., Inc., Minneapolis, Minn., US**

(72) Erfinder:

**KRISKO, J., William J., Bloomington, MN 55437, US; BISHOP, J., Wayne R., St. Louis Park, MN 55416, US; GIESEKE, J., Steven Scott, Richfield, MN 55423, US; FINNERTY, J., Carolyn J., Bloomington, MN 55437, US; NELSON, J., David W., Coon Rapids, MN 55446, US**

(74) Vertreter:

**Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen**

(54) Bezeichnung: **LUFTREINIGER UND METHODE ZUM INSTALLIEREN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Anwendungsgebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Filterkonstruktionen zum Filtern von Fluiden, wie z. B. Flüssigkeiten oder Gasen. Insbesondere betrifft die Erfindung Durchgangsfiler-Elemente; Sicherheitsfilter-Elemente; Anordnungen, die solche Elemente enthalten; Vorfilter bzw. Vorreiniger; und Verfahren für den Zusammenbau und die Anwendung solcher Filterelemente.

## Stand der Technik

**[0002]** Durchgangsfiler-Elemente wurden in verschiedenen Systemen zur Filterung von Fluiden verwendet, z. B. von Gasen oder Flüssigkeiten. Durchgangsfiler-Elemente haben üblicherweise eine Eintrittsfläche (bzw. ein Eintrittsende) und gegenüberliegend angeordnet eine Austrittsfläche (bzw. ein Austrittsende). Während der Filterung fließt das zu filternde Fluid in einer Richtung, nachdem es an der Eintrittsfläche in das Filterelement eingetreten ist, und hat die gleiche Strömungsrichtung, wenn es aus der Austrittsfläche austritt. Üblicherweise wird ein Durchgangsfiler-Element für den Betrieb in einem Gehäuse installiert. Nach einer gewissen Betriebsperiode muss das Filterelement gewartet werden, entweder durch eine Reinigung oder eine vollständige Ersetzung des Filterelementes. Zwischen dem Filterelement und einem Teil des Gehäuses, in dem das Filterelement für den Betrieb eingesetzt ist, ist eine Dichtung erforderlich, um eine korrekte Filterung des durch die Filteranordnung strömenden Fluids zu gewährleisten.

**[0003]** Bei Luftfiltern mit Durchgangsfiler-Elementen sind Verbesserungen wünschenswert.

## Beschreibung der Erfindung

**[0004]** Gemäss der Ansprüche der Erfindung wird ein Luftfilter vorgeschlagen. Das Filterelement dieses Luftfilters besitzt im allgemeinen eine Durchgangsströmungs-Konstruktion und enthält ein Z-Filtermedium. Das Filterelement besitzt eine Dichtungsanordnung.

**[0005]** Im allgemeinen besitzt der Luftfilter ein Gehäuse mit einem Deckel und einem Primär-Luftfilterteil. Ein Primär-Filterelement ist derart in dem Gehäuse angeordnet, dass eine Axialdichtung bzw. eine Quetschdichtung des Filterelementes zwischen dem Deckel und dem Primär-Luftfilterabschnitt positioniert ist. Bei einigen bevorzugten Ausführungsformen enthält der Deckel einen Vorfilter bzw. Vorreiniger, der vorzugsweise mehrere Zentrifugal-Abscheider und einen Staubaustritt besitzt.

**[0006]** Bei einigen bevorzugten Ausführungsformen

besitzt der in dem Gehäuse angeordnete Primär-Luftfilter eine „Rennbahnform“.

**[0007]** Die Erfindung betrifft auch Sicherheitselemente.

**[0008]** Ferner schlägt die Erfindung Installationsverfahren vor.

## Kurzbeschreibung der Zeichnungen.

**[0009]** Es zeigt:

**[0010]** [Fig. 1](#) eine perspektivische Seitenansicht einer erfindungsgemässen Luftfilteranordnung;

**[0011]** [Fig. 2](#) eine perspektivische Explosionsdarstellung der Luftfilteranordnung gemäss [Fig. 1](#), in der der Vorfilter bzw. der Vorreiniger, das Primär-Filterelement und das Sicherheitsfilterelement sichtbar sind;

**[0012]** [Fig. 3](#) eine Ansicht des Eintrittsendes der Luftfilteranordnung gemäss [Fig. 1](#);

**[0013]** [Fig. 4](#) einen Querschnitt 4-4 gemäss [Fig. 3](#) der Luftfilteranordnung gemäss [Fig. 1](#);

**[0014]** [Fig. 5](#) eine schematische perspektivische Ansicht des Z-Filtermediums, einem Filtermediumtyp, der erfindungsgemäss in Primär-Filterelementen eingesetzt wird;

**[0015]** [Fig. 6](#) eine Ansicht des Eintrittsendes des Primär-Filterelementes gemäss [Fig. 2](#);

**[0016]** [Fig. 7](#) einen Querschnitt 7-7 gemäss [Fig. 6](#) des Primär-Filterelementes gemäss [Fig. 6](#);

**[0017]** [Fig. 8](#) eine vergrößerte fragmentarische Ansicht, die das Zusammenwirken des an dem primären Filterelement befestigten Dichtungselementes und der Bauteile einiger Gehäusekomponenten zeigt;

**[0018]** [Fig. 9](#) einen fragmentarischen Querschnitt einer alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäss verwendeten Dichtungselementes;

**[0019]** [Fig. 10](#) eine vergrößerte fragmentarische Ansicht analog der in [Fig. 8](#) dargestellten Ansicht, die jedoch die in [Fig. 9](#) dargestellte alternative Dichtungsanordnung zeigt;

**[0020]** [Fig. 11](#) eine perspektivische Ansicht eines Sicherheits-Filterelementes, das in der in [Fig. 2](#) dargestellten Luftfilteranordnung einsetzbar ist;

**[0021]** [Fig. 12](#) einen Längsschnitt des Sicherheitsfilterelementes gemäss [Fig. 11](#);

[0022] [Fig. 13](#) eine Seitenansicht des Sicherheits-Filterelementes gemäss [Fig. 11](#);

[0023] [Fig. 14](#) eine Seitenansicht des Sicherheits-Filterelementes gemäss [Fig. 11](#);

[0024] [Fig. 15](#) eine perspektivische Ansicht des primären Filterelementes und des Sicherheits-Filterelementes im zusammengebauten Zustand;

[0025] [Fig. 16](#) eine perspektivische Ansicht des primären Filterelementes und des Sicherheits-Filterelementes im zusammengebauten Zustand, aus einer der Perspektive gemäss [Fig. 15](#) gegenüberliegenden Perspektive;

[0026] [Fig. 17](#) eine Seitenansicht des primären Filterelementes und des Sicherheits-Filterelementes im zusammengebauten Zustand gemäss [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#);

[0027] [Fig. 18](#) eine Draufsicht des Filterelementes gemäss [Fig. 17](#);

[0028] [Fig. 19](#) eine Bodenansicht der Filterelementanordnung gemäss [Fig. 17](#);

[0029] [Fig. 20](#) einen Querschnitt 20-20 gemäss [Fig. 18](#) des primären Filterelementes und des Sicherheits-Filterelementes im zusammengebauten Zustand;

[0030] [Fig. 21](#) eine Seitenansicht des primären Filterelementes und des Sicherheits-Filterelementes im zusammengebauten Zustand; und

[0031] [Fig. 22](#) einen Querschnitt 22-22 gemäss [Fig. 21](#) der Filteranordnung gemäss [Fig. 21](#).

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

#### Übersicht

[0032] Im allgemeinen sind die hier beschriebenen Techniken für Fluidfilter anwendbar. Dies sind im allgemeinen zwei Arten von Fluidfiltern bei denen die Techniken angewendet werden können: nämlich Flüssigkeitsfilter und Gasfilter. Die dargestellte Ausführungsform ist spezifisch für einen Luftfilter (d. h., einer Art der Gasfilter), d. h. seine Eigenschaften werden in diesem Zusammenhang beschrieben. Die Anwendung der Prinzipien und der Techniken die für Flüssigkeitsfilter oder andere Filter, z. B. andere Gasfilter beschrieben werden, sind aus der allgemeinen Beschreibung ersichtlich.

[0033] In [Fig. 1](#) kennzeichnet die Bezugszahl 1 eine erfindungsgemäße Luftfilteranordnung. Die Luftfilteranordnung 1 besitzt im allgemeinen: ein Gehäuse 2, einen Austrittskanal 3 und einen Staubaustritt 4. Im

allgemeinen besitzt die Luftfilteranordnung 1, wie unten beschrieben, innerhalb des Gehäuses 2 auch ein wartbares (primäres) Filterelement und optional ein wartbares (sekundäres) Sicherheits-Filterelement. Wenn hier der Begriff „primär“ in Bezug auf ein Filterelement verwendet wird, ist damit gemeint, dass er sich auf ein Filterelement bezieht, das die Hauptfilterung innerhalb der Filteranordnung durchführt. In diesem Zusammenhang ist mit dem Begriff „Filterung“ die Abscheidung von Materialpartikeln aus dem Fluidstrom während der Strömung des Fluids durch das Filtermedium gemeint. Der Begriff „wartbar“ bezieht sich in diesem Zusammenhang auf ein Filterelement, dass so konfiguriert ist, dass es periodisch ausgebaut und ersetzt werden kann. (D. h., der Luftfilter kann dadurch gewartet werden, dass ein Filterelement ausgebaut wird und ein anderes Filterelement eingebaut wird.) Das Sicherheits-Filterelement bzw. das sekundäre Filterelement schützt im Falle eines Versagens des primären Filterelementes stromabwärts angeordnete Komponenten der Geräte bzw. Maschinen für die die Filteranordnung 1 installiert ist.

[0034] In [Fig. 1](#) ist der allgemein dargestellte Luftfilter 1 ein bevorzugter zweistufiger Luftfilter mit einem Deckel 7, in diesem Fall mit einem Vorfilter bzw. einem Vorreiniger 8 und einem Primär-Luftfilter 9. Das dargestellte spezifische Gehäuse 2 ist an einer Verbindungsstelle 11 mit dem Deckel 7 und dem Primär-Luftfilter 9 verbunden. An der Gehäuseverbindungsstelle 11 können der Deckel 7 und der Primär-Luftfilter 9 von einander getrennt werden, bzw. geöffnet werden, um den Zugang zu einer intern angeordneten Filterelement-Komponente für die Wartung zu ermöglichen. Dieser Vorgang wird nachstehend detaillierter beschrieben. In dieser Beschreibung wird ein Schritt des Schwenkens oder in einigen Fällen sogar des Entfernens eines Gehäusedeckels 7 relativ zu dem Primär-Luftfilterelement 9 als Schritt zum Ermöglichen eines Wartungszuganges zu einer intern angeordneten Filterelement-Komponente oder alternativ als „Öffnen“ des Luftfilters 1, z. B. für die Wartung, beschrieben.

[0035] Im allgemeinen tritt zu filternde Luft am Eintrittsende 12 in den Luftfilter 1 ein, um einzelne Zyklon- bzw. Zentrifugal-Abscheider 13 des Vorreinigers 8 zu durchströmen. Die als Abscheider 13 einsetzbaren Abscheiderarten entsprechen dem Stand der Technik; es können die verschiedensten Abscheiderarten verwendet werden, z. B. die in den U.S. Patenten 4,242,115 und 4,746,340 beschriebenen. Jedoch kann der dargestellte spezielle Vorfilter bzw. Vorreiniger 8 Vorteile bringen. In den Abscheidern 13 findet eine erste Staubabscheidestufe bzw. eine Vorreinigung statt; der an dieser Stelle abgeschiedene Staub wird durch den Staubaustritt 4 aus dem Vorfilter bzw. Vorreiniger 8 ausgestoßen, insbesondere durch das Staubabscheiderrohr 14 und das Staubabscheideventil 15. Allerdings ist der in dem Vorfilter

bzw. Vorreiniger **8** ausgeführte Prozess keine „Filtrierung“, wie der Begriff oben definiert wurde, da die Staubabscheidung in dem Vorreiniger **8** durch Zentrifugalkräfte bewirkt wird, im Gegensatz zu einem Prozess in dem das Fluid durch ein Filtermedium geführt wird. Der dargestellte spezielle Vorreiniger **8** ist nachstehend in Kapitel 5.D beschrieben.

**[0036]** Luft, die aus dem Vorreiniger **8** austritt und in den Primär-Luftfilter **9** eintritt, wird dann durch ein intern angeordnetes Primär-Filterelement (nachstehend in Kapitel 5.B beschrieben), durch ein optionales Sicherheits-Filterelement (nachstehend in Kapitel 5.C beschrieben) und dann in einen Reinluftbereich geführt, um schließlich durch einen Reinluft-Austrittskanal **3** auszutreten. Von dem Kanal **3** kann die Reinluft zu einem jeweiligen stromabwärts angeordneten Gerät geführt werden, z. B. dem Lufteintritt einer Verbrennungs-Kraftmaschine.

**[0037]** Gemäss [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist der Deckel **7** im allgemeinen mit Hilfe von Haltern **16** und Schnappbügel **17** an dem Primär-Luftfilter **9** befestigt. Wenn die Schnappbügel **17** gelöst werden, kann der Deckel **7** relativ zum Primär-Luftfilter **9** des Gehäuses **2** geöffnet werden, dadurch, dass der Deckel **7** (bzw. der Vorreiniger **8**) relativ zu den Haltern **16** geschwenkt wird. Alternativ kann das System so konfiguriert sein, dass der Deckel **7** während des Öffnens vollständig entfernt wird.

**[0038]** Gemäss [Fig. 1](#) kann die Luftfilteranordnung **1** mit Hilfe von Befestigungs-Konsolen **19**, z. B. unter der Verwendung von Bolzen, an verschiedenen Geräte- bzw. Maschinen-Teilen befestigt werden. Im allgemeinen wird der Luftfilter **1** so befestigt, dass das Staubabscheiderohr **14** und das Staubabscheideventil **15** weitgehend abwärts gerichtet sind, so dass der Staubabfluss unterstützt wird.

**[0039]** Es wird nun auf [Fig. 4](#) aufmerksam gemacht, die einen Querschnitt 4-4 gemäss [Fig. 3](#) zeigt. In [Fig. 4](#) ist der Vorreiniger **8** an dem Primär-Luftfilter **9** befestigt dargestellt, wobei auch das innen angeordnete Primär-Filterelement **22** und das innen angeordnete Sicherheitsfilterelement **20** dargestellt sind.

#### Verwendbare Primär-Filterelemente

**[0040]** Das Filterelement **22** ist für Durchgangsströmung konfiguriert; d. h., es besitzt eine Durchgangsströmungs-Konstruktion. Mit dem Begriff „Durchgangsströmung“ ist in diesem Zusammenhang gemeint, dass das Fluid, das zum Filtern zu dem Filterelement **22** strömt, in das Filterelement **22** in einem Eintrittsende bzw. einer Eintrittsfläche **23** in einer ersten Richtung eintritt und am gegenüberliegenden Austrittsende bzw. Austrittsfläche **24** in weitgehend der gleichen Richtung aus dem Filterelement **22** austritt. Der oben definierte Begriff „Durchgangsströmung“

wird verwendet, um die Strömung in dem erfindungsgemäßen System spezifisch von der Strömung in einem System zu unterscheiden, das in WO 89101818 published 9 March 1989 beschrieben ist, indem Luft in ein zylindrisches Faltenfilterelement in Richtung einer zylindrischen Fläche eintritt, und dann das Filterelement (z. B. durch eine Öffnung) verlässt, nachdem es eine Änderung der Strömungsrichtung von ungefähr 90° durchgeführt hat.

**[0041]** Das Filterelement **22** besitzt eine Filterkonstruktion mit einer äußeren Seitenwand oder Oberfläche **25** und einem Filtermedium **26**, das so konfiguriert ist, dass es Materialpartikel aus einem Gasstrom herausfiltert, der an dem Eintrittsende bzw. der Eintrittsfläche **23** eintritt, so dass der Gasstrom, der an dem Austrittsende bzw. der Austrittsfläche **24** austritt mindestens teilweise sauber ist (d. h. frei von Materialpartikeln). Wie ebenfalls aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist, besitzt das Filterelement **22** auch eine Dichtung oder ein Dichtungselement **28**, das Leckagen zwischen dem Filterelement **22** und Teilen des Gehäuses **2**, in dem das Filterelement **22** installiert ist, verhindert. Das bevorzugte Dichtungselement **28** erstreckt sich vollständig peripher um die äußere Seitenwand **25** der Durchgangsströmungs-Konstruktion bzw. des Filterelementes **22**.

**[0042]** Bevorzugte Filtermedia **26**, die in dem Primär-Filterelement **22** der Luftfilteranordnung **1** einsetzbar sind, sind Media des nachstehend beschriebenen Typs, die üblicherweise als „Z-Media“ oder „Z-Filter-Media“ bezeichnet werden. Z-Filter-Media besitzen üblicherweise ein gewelltes oder gefaltetes Mediablatt, das an einem nicht gefalteten Deckblatt befestigt ist. Die Media sind so angeordnet, dass sie einen Satz in Längsrichtung angeordneter Flöten bzw. Faltenkanäle oder Luftströmungskanäle auf einer Seite des gewellten oder gefalteten Filtermediums und einen anderen Satz von Strömungskanälen auf einer gegenüberliegenden Seite des Filtermediums bilden. Im Betrieb wird der eine Satz der Faltenkanäle als Eintritts-Faltenkanäle bezeichnet, die an einem Eintrittsende bzw. einer Eintrittsseite des Filtermediums offen sind und an einem Austrittsende bzw. einer Austrittsseite des Filtermediums verschlossen oder auf andere Weise zugefaltet sind. Analog werden die Faltenkanäle eines zweiten Satzes von Faltenkanälen üblicherweise als Austrittsfaltenkanäle bezeichnet, die an dem Eintrittsende, bzw. der Eintrittsseite des Filters verschlossen und an dem Austrittsende bzw. der Austrittsseite des Filters offen sind. Im Betrieb strömt Luft in eine Strömungsfläche der Luftfilterkonstruktion, in dem sie in die offenen Eintritts-Faltenkanäle am stromaufwärtigen Ende des Filterelementes eintritt. Da die Luft nicht aus den verschlossenen Enden dieser Eintrittsfaltenkanäle austreten kann, muss sie durch das Filtermedium in die Austrittsfaltenkanäle strömen. Die gefilterte Luft tritt dann durch die offenen Ende der Austrittsfaltenkanäle

le aus dem Austrittsende des Filterelementes aus.

**[0043]** Für die Form des Primär-Filterelementes **22**, d. h. für die Konfiguration des äußeren Umfanges, können die verschiedensten Formen verwendet werden. Die in den Zeichnungen dargestellte spezielle verwendete Konfiguration ist eine „unrunde“ bzw. „Rennbahn-“ Form. Ihre Form ist in [Fig. 6](#), die das Filterelement zeigt, ersichtlich. Gemäss [Fig. 6](#) besitzt die Form ein erstes gerades Seitenteil **38** und ein dazu gegenüberliegend weitgehend parallel angeordnetes zweites Seitenteil **39**, und einander gegenüberliegende runde (üblicherweise halbkreisförmige) Endteile **40** und **41**. Alternative Konfigurationen schließen z.B. Oval- und Kreis-Formen ein.

**[0044]** Gemäss [Fig. 5](#) ist das Filtermedium **26** üblicherweise eine gewickelte zweischichtige Konstruktion **45** aus einem flachen (nicht gewellten) Blatt **46**, das mit einem gewellten Blatt **47** verbunden ist. Üblicherweise wird von einer Seite **48** des gewellten Blattes **47** ein erster Satz von Faltenkanälen **49** gebildet; und von einer gegenüberliegenden zweiten Seite **50** des gewellten Blattes **47** ein zweiter Satz von Faltenkanälen **51** gebildet. In [Fig. 5](#) entspricht die Kante **53** der Eintrittsfläche **23** gemäss [Fig. 2](#); und die Kante **54** entspricht der Austritts-Fläche **24** gemäss [Fig. 2](#). In [Fig. 5](#) kennzeichnen die gestrichelten Linien wo und wie die zweischichtige Konstruktion **45** durch das Wickeln wieder auf sich selbst gelegt wird; die ausgezogenen Linien kennzeichnen eine äußere Schicht der dargestellten zwei Schichten. Bei alternativen Ausführungsformen kann das Filtermedium eine Stapelkonstruktion anstelle einer gewickelten Konstruktion sein. Eine Stapelkonstruktion besitzt mehrere Schichten von einem an einem gewellten Blatt **47** befestigten flachen Blatt **46**, die aufeinander gestapelt sind.

**[0045]** Der erste Satz der Faltenkanäle **49** kann benachbart der Kante **54** durch einen Dichtungssaum oder eine ähnliche Konstruktion (nicht dargestellt) verschlossen sein. Der zweite Satz der Faltenkanäle **51** ist benachbart zu der ersten Kante **53** durch einen Dichtungssaum **55** verschlossen, wie dargestellt.

**[0046]** Aus [Fig. 2](#) und [Fig. 5](#) ist ersichtlich, wie das Filtermedium **26** funktioniert. Generell ist der erste Satz von Faltenkanälen **49** an der Eintrittsfläche **23** offen und enthält damit Eintrittsfalten-Kanäle. Sie sind an ihren Austrittsenden **54** durch einen Dichtungsfalz oder einen ähnlichen Verschluss an dieser Stelle verschlossen. D. h., Luft, die an der Eintrittskante **53** in die Faltenkanäle **49** eintritt, muss durch das Filtermedium **26** strömen, um aus den Austritts-Strömungskanälen **49** auszutreten. Bei der Strömung durch das Filtermedium **26** erfolgt die Filtrierung; anschließend tritt das Fluid in einen zweiten Satz von (Austritts-)Faltenkanälen **51** in einem Bereich stromabwärts von der Dichtung **53** ein. Die Aus-

trittsfaltenkanäle **51** sind entlang der Kante **54** offen, d. h., der gefilterte Fluidstrom kann aus dem Filtermedium **26** austreten. Diese Art der Konstruktion wird hierin allgemein als Z-Filtermedium bezeichnet. Das Z-Filtermedium kann eine Vielzahl von Faltenkanälen besitzen, von denen jeder an einer Eintrittsströmungsfläche einen stromaufwärtigen Teil und an einer Austrittsströmungsfläche einen stromabwärtigen Teil besitzt; Ausgewählte Faltenkanäle sind an dem stromaufwärtigen Teil offen und an dem stromabwärtigen Teil verschlossen; und andere ausgewählte Faltenkanäle sind an dem stromaufwärtigen Teil verschlossen und an dem stromabwärtigen Teil offen.

**[0047]** Für das Filtermedium **26** können die verschiedensten Wellen- bzw. Falten-Formen und -Größen verwendet werden. Beispiele sind Wellen bzw. Falten, die Faltenkanäle folgender Formen erzeugen: gerade Faltenkanäle, wobei die Faltenkanäle parallel zueinander angeordnet sind und ihre Querschnittsform von einem zum anderen Ende nicht ändern;

- gerade Faltenkanäle mit zusammengedrückten oder gequetschten Enden; und
- konische Faltenkanäle, bei denen die Eintrittsfalten-Kanäle sich stetig von einem weiten Ende zu einem engen Ende verengen, kombiniert mit benachbarten Austrittsfalten-Kanälen, die sich in der gleichen Richtung von einem engen Ende zu einem weiten Ende erweitern.

**[0048]** Verschiedene Z-Filtermediumkonfigurationen sind in den folgenden Referenzen beschrieben: Standardfalten-Kanäle sind in U.S. 5,820,646 und U.S. 5,895,574 dargestellt.

**[0049]** Konische Faltenkanäle, Faltenkanäle mit zusammengedrückten Enden und andere von Varianten Faltenkanalform sind in WO 97/40918, published November 6, 1997 beschrieben.

**[0050]** Das in [Fig. 2](#) dargestellte (Primär-)Filterelement **22** ist wartbar. Mit dem Begriff „wartbar“ ist in diesem Zusammenhang gemeint, dass das Filterelement **22** aus der Luftfilteranordnung **1** ausgebaut und entweder wieder instand gesetzt oder ersetzt wird. In typischen Systemen wird das Filterelement **22** periodisch durch die Installation eines neuen Filterelementes ersetzt.

**[0051]** Gemäss [Fig. 7](#) besitzt das Filterelement **22** im allgemeinen drei Komponenten: den Hauptkörper bzw. die Durchgangsströmungs-Konstruktion **52**, die im wesentlichen das Filtermedium **26** enthält, ein Mittelstück bzw. Kern **57** oder andere mit dem Filtermedium **26** verbundene Fachwerkskonstruktion und eine Dichtung oder ein Dichtungselement **28**. Das Dichtungselement **28** ist üblicherweise so positioniert, dass es den Hauptkörper bzw. die Durchgangsströmungs-Konstruktion **52** vollständig umgibt, vorzugsweise benachbart zu der Eintritts-Strömungsflä-

che **23**, d. h., in einem Abstand von 10 mm und vorzugsweise in einem Abstand von 5 mm von der Eintritts-Strömungsfläche **23**.

**[0052]** Es ist zu beachten, dass die Querschnitte des Hauptkörpers bzw. der Durchgangsströmungs-Konstruktion **52** des Filterelementes **22** in den Zeichnungen schematisch dargestellt sind. D. h., Details der Faltenkanäle sind nicht dargestellt. Details der Faltenkanäle sind in keiner Zeichnung dargestellt außer, zum leichteren Verständnis, in dem Beispiel in **Fig. 5** und einem Teil der **Fig. 15**. Wie bereits erwähnt, können die verschiedensten Faltenkanalformen verwendet werden. Beispiele, die die Enden eines Z-Filter-Elementes und die Dichtung an diesen Enden zeigen, sind in den Zeichnungen von U.S. Des. 396,098; U.S. 6,190,432; U. S. Des. D450,827; U.S. 6,235,195; U.S. D437,402 und U.S. D450,828 dargestellt.

**[0053]** Gemäss **Fig. 7** besitzt der Hauptkörper (bzw. die Durchgangsströmungs-Konstruktion) **52** des Filterelementes **22** eine äußere Oberfläche **56**, die im allgemeinen aus einem Teil des flachen (d. h., nicht gewellten) Blattes **46**, das zur Bildung der Wickelkonstruktion **45** verwendet wird oder einem anderen äußeren Blatt oder Abdeckung, die um das Filtermedium **26** angeordnet ist, besteht.

**[0054]** Das in **Fig. 7** im Querschnitt dargestellte Dichtungselement bzw. die Quetschdichtung bzw. die Axialdichtungspackung **28** besitzt folgende Konstruktionsmerkmale: Befestigungsöffnung **60** (**Fig. 8**) und axialer Dichtungs-Bereich **61** (**Fig. 7**). Die Befestigungsöffnung besitzt eine innere Tasche **63**, mit der das Dichtungselement **28** an dem Rahmen **58** befestigt wird.

**[0055]** Der Axial-Dichtungsbereich **61** ist so angeordnet, dass er axial zwischen zwei Gehäuseteilen zusammengedrückt wird. Bei der dargestellten speziellen Luftfilteranordnung **1** sind diese beide Gehäuseteile: der Deckel **7** und der Primär-Luftfilterteil **9**. Wie speziell in **Fig. 8** dargestellt, erfolgt diese Zusammendrückung zwischen dem Flansch **70** des Vorreinigers bzw. Vorfilters **8** und dem Flansch **71** des Primär-Luftfilterteiles **9**. Die Zusammendrückung des Dichtungselementes **28** an dieser Stelle wird, da die Zusammendrückung in axialer Richtung erfolgt als „axial“ bezeichnet. Mit den Begriffen „axial“, „axial gerichtete Zusammendrückung“ und Varianten davon ist in diesem Zusammenhang eine Zusammendrückung gemeint, die durch Druckkräfte erfolgt, die direkt in der Richtung von der Eintrittsströmungsfläche **23** zur Austrittsströmungsfläche **24** wirken.

**[0056]** Gemäss **Fig. 7** besitzt das Axial-Dichtungselement **28** im allgemeinen eine erste Seite **75**, eine gegenüberliegende zweite Seite **76** und eine äußere Ringfläche **77**. Gemäss **Fig. 8** besitzt das Dichtungs-

element **28** ferner vorzugsweise die Befestigungsöffnung **60**. Die Befestigungsöffnung **60** besitzt eine Tasche **63**. Die Tasche **63** nimmt einen Teil des Rahmenelementes **58** auf, um das Dichtungselement **28** an dem Hauptkörper **52** zu befestigen. Bei der in **Fig. 8** dargestellten Ausführungsform besitzt die Tasche **63** einen Kanal **88**. Der Kanal **88** wird in der dargestellten Ausführungsform durch die Mittellinie **94** des Dichtungselementes **28** zweigeteilt. D. h. bei der bevorzugten Ausführungsform ist das Dichtungselement **28** symmetrisch zur Mittellinie **94**, also auch symmetrisch zur Mittellinie des Kanals **88**. Die Tasche **63** ermöglicht es, das Dichtungselement **28** an dem Rahmenelement **58** zu befestigen und „zu sichern“.

**[0057]** In **Fig. 6–Fig. 8** ist eine Ausführungsform des Rahmenelementes **58** dargestellt. Bei der dargestellten Ausführungsform besitzt die Rahmenkonstruktion **58** ein Rahmenelement **96**, das dazu dient, das Dichtungselement **28** an dem Hauptkörper **52** zu befestigen. Das Rahmenelement **96** besitzt ein Band **98** (**Fig. 8**), das einen Ring **100** (**Fig. 6**) bildet, der sich vollständig um den Umfang des Hauptkörpers **52** erstreckt. Das Rahmenelement **96** besitzt einen Vorsprung **102** (**Fig. 8**). Der Vorsprung **102** erstreckt sich vorzugsweise vollständig um den Umfang der Durchgangs-Strömungskonstruktion **52**. Der Vorsprung **102** nimmt das Dichtungselement **28** auf. Insbesondere erstreckt sich der Vorsprung **102** in die Tasche **63** und wird von der Tasche **63** in einer Art „Saugpassung“ aufgenommen.

**[0058]** Gemäss **Fig. 8** besitzt das Rahmenelement **96** eine Lippe **108**, die sich von dem Band **98** radial nach innen erstreckt. Die Lippe **108** greift über die äußere Umfangskante **109** des Hauptkörpers **52**. D. h., die Lippe **108** erstreckt sich mindestens einen Teil über das Eintrittsende **23** des Filterelementes **22**. Die Lippe **108** unterstützt die Befestigung des Rahmenelementes **96** an dem Hauptkörper **52**. Die Lippe **108** ist an einem Ende **110** des Bandes **98** angeordnet.

**[0059]** An einem gegenüberliegenden Ende **112** des Bandes **98** besitzt das Band **98** einen konischen Teil **114**. Der konische Teil **114** unterstützt die einfache Montage der Befestigung des Rahmenelementes **96** an dem Hauptkörper **52**. Insbesondere wird bei bevorzugten Ausführungsformen bei der Montage das Dichtungselement **28** an dem Rahmenelement **96** dadurch befestigt, dass das Dichtungselement **28** auf das Rahmenelement **96** gedrückt wird. Dies wird dadurch erreicht, dass die Tasche **63** des Dichtungselementes **28** über den Vorsprung **102** gedrückt wird, bis das Dichtungselement **28** korrekt an dem Rahmenelement **96** befestigt ist. Üblicherweise dehnt sich der Dichtungsring **116** etwas, um über das Rahmenelement **96** zu passen und wenn er dann korrekt auf dem Vorsprung **102** sitzt, ist er gespannt, so dass er dicht an dem Rahmenelement **96** befestigt

ist.

**[0060]** Die Kombination Dichtungsring **28** und Rahmenelement **96** wird dann an dem Hauptkörper **52** befestigt. Dies erfolgt dadurch, dass das Rahmenelement **96** über das Eintrittsende **23** platziert wird. Das konische Ende **114** unterstützt die Montage der Kombination Dichtungselement **28**/Rahmenelement **96** auf den Hauptkörper **52** ohne das Eintrittsende **23** zu beschädigen. Das konische Ende **114** unterstützt die Platzierung des Rahmenelementes **96** auf das Eintrittsende **23**.

**[0061]** Vorzugsweise ist das Rahmenelement **96** mittels eines Klebers zwischen dem Band **98** und der äußeren Oberfläche **56** des Hauptkörpers **52** an dem Hauptkörper **52** befestigt. Der konische Teil **114** unterstützt den Auffang überschüssigen Klebers während der Montage des Bandes **98** an dem Hauptkörper **52**. Dies unterstützt die Minimierung jedes unvorhersehbaren Kleberüberschusses, der zwischen dem Band **98** und dem Hauptkörper **52** herausgequetscht werden kann.

**[0062]** Gemäss [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) besitzt das bevorzugte Rahmenelement **96** eine Querstrebenkonstruktion **122**. Die Querstrebenkonstruktion **122** unterstützt die Strukturintegrität und die Gesamtfestigkeit des Filterelementes **22** im Bereich des Dichtungselementes **28**. Sie kann auch helfen, ein „Teleskopieren“ des Filtermediums **26** zu verhindern. Ein „Teleskopieren“ kann nur auftreten, wenn bei dem Wickeln des Filtermediums benachbarte Schichten sich weiter nach außen als andere Schichten erstrecken. Die Querstrebenkonstruktion **122** kann helfen ein solches „Teleskopieren“ zu verhindern. In der speziellen dargestellten Ausführungsform besitzt die Querstrebenkonstruktion **122** drei Querriegel **124**, **125** und **126**, die von der Lippe **108** weg ragen und sich über das Eintrittsende **23** erstrecken. Die Querstrebenkonstruktion **122** trägt in Verbindung mit anderen Eigenschaften auch zu einer attraktiven, dekorativen Erscheinung des Produktes bei.

**[0063]** Es wird erwartet, dass eine solche Konfiguration des Dichtungselementes **28** für Filterelemente **22** der verschiedensten Größen verwendet werden kann. Typische Anordnungen sind Filterelemente in der Größenordnung von 10 cm bis 60 cm Länge (gemessen zwischen der inneren Oberfläche **23** und der äußeren Oberfläche **24**) und 10 cm bis 50 cm breit (im Durchmesser, falls sie kreisförmig sind; in der längsten Abmessung, wenn sie „rennbahnförmig“, unrund oder oval sind).

Alternative Dichtungs- und Rahmen-Ausführungsformen

**[0064]** In [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) ist ein alternatives axiales Dichtungselement **28'** dargestellt. Das Dichtungs-

element **28'** besitzt üblicherweise eine erste Seite **75'**, eine gegenüberliegende zweite Seite **76'** und eine äußere ringförmige Oberfläche **77'**. Vorzugsweise ist das Dichtungselement **28'** so konfiguriert, dass jede Seite **75'** und **76'** mit einer Erhebung, einem Knopf oder einer Rippe **85'** und **86'** ausgerüstet ist. Vorzugsweise ist jede Rippe **85'** und **86'** durchgängig, d. h. sie erstreckt sich kontinuierlich um die Durchgangs-Strömungskonstruktion **52**.

**[0065]** Bei bevorzugten Ausführungsformen besitzt der Vorsprung **102'** des Rahmens **58'** eine Form die der Form der Tasche **63'** entspricht. D. h., der Vorsprung **102'** besitzt einen Schaft **104'** und einen Kopf **106'**.

**[0066]** Das Dichtungselement **28'** wird dadurch an dem Rahmenelement **96'** befestigt, dass das Dichtungselement **28'** auf das Rahmenelement **96'** gedrückt wird. Dies wird dadurch erreicht, dass die Tasche **63'** des Dichtungselementes **28'** über den Vorsprung **102'** gedrückt wird, bis das Dichtungselement **28'** operativ an dem Rahmenelement **96'** befestigt ist. Üblicherweise dehnt sich das Dichtungselement **28'** etwas, damit es über das Rahmenelement **96'** passt; wenn das Dichtungselement **28'** korrekt auf dem Vorsprung **102'** sitzt, ist es so gespannt, dass es dicht auf dem Rahmenelement **96'** sitzt.

**[0067]** Aus der oben beschriebenen Anwendung der Dichtungsanordnungen **28** und **28'** ergeben sich zahlreiche Vorteile. Z. B.:

Da das Dichtungselement benachbart zum Eintrittsende **23**, Bereich **118**, ([Fig. 4](#)) angeordnet ist, ist der Raum zwischen dem Filterelement **22** und dem Gehäuse **9** ein Reinluftraum. D. h., vorteilhafterweise sammelt sich in diesem Bereich kein Staub an. Dies hat z. B. zur Folge, dass es während der Reinigung unwahrscheinlich ist, dass in dem Reinluftbereich **32** eine nennenswerte Staubverunreinigung vorhanden ist.

Da die Dichtung **28** eine Axialdichtung ist, besteht keine Notwendigkeit eine nennenswerte Verlängerung der Dichtung zwischen dem Filterelement-Körper **52** und der inneren Oberfläche des Gehäuses **9** ([Fig. 4](#)) vorzusehen. D. h., dass die Abstandsdimensionen im Bereich **118** zwischen der Wand **10** und dem Körper **52** relativ klein sein können, im Bereich von 10 mm oder weniger, üblicherweise 6 mm oder weniger, vorzugsweise 2 mm oder weniger.

**[0068]** Für das Filtermedium **26** können die verschiedensten Materialien verwendet werden. Ein verwendbares Filtermedium **26** enthält Zellulose-Media mit folgenden Eigenschaften:

- Flächengewicht ungefähr 84,7 g/m<sup>2</sup> (45–55 lbs/3000 sqft), z. B. 78,1–87,8 g/m<sup>2</sup> (48–54 lbs/3000 sqft);
- Dicke ungefähr 0,13–0,38 mm (0,005–0,015 inch) z. B. ungefähr 0,25 mm (0.010 inch);

- Frazier Durchlässigkeit ungefähr 6,1–7,6 m/min (20–25 ft/min), z. B. ungefähr 6,7 m/min (22 ft/min);
- Porengröße ungefähr 55–65 µm, z. B. ungefähr 62 µm;
- Reißfestigkeit im nassen Zustand ungefähr 126 kg/m (7 lbs/inch), z. B. 153 kg/m (8,5 lbs/inch); und
- Berstfestigkeit nass aus der Maschine ungefähr 1,03–1,72 bar (15–25 psi), z. B. ungefähr 1,59 bar (23 psi).

**[0069]** Das Zellulosemedium kann mit Feinfasern verstärkt sein, z. B., Fasern einer Größe (Durchmesser) von 5 µm oder weniger und in einigen Fällen im Unter-µm-Bereich. Verschiedene Verfahren können zum Aufbringen der Feinfasern auf das Medium verwendet werden. Einige solcher Lösungen sind z. B. in U.S. Patent 5,423,892, column 32 at lines 48–60 charakterisiert. Genauer, solche Lösungen sind in den U.S. Patenten No. 3,878,014; 3,676,242; 3,841,953; und 3,849,241 beschrieben. Wenn Feinfasern verwendet werden, kann eine Lösung sein, ausreichend Feinfasern aufzubringen, bis die resultierende Filtermedia-Konstruktion die folgenden Eigenschaften besitzt:

- Anfangswirkungsgrad 99,5 % als Durchschnittswert, mit keinem Einzeltest unterhalb 90 %, getestet gemäß SAE J726C, unter der Verwendung von SAE Feinstaub; und
- Gesamtwirkungsgrad 99,98 % als Durchschnittswert, gemäß SAE J726C.

#### Kernkonstruktion

**[0070]** In [Fig. 6](#), [Fig. 7](#), [Fig. 20](#) und [Fig. 22](#) ist eine verwendbare Kernkonstruktion **57** dargestellt. Die Kernkonstruktion **57** wird verwendet, um das Filtermedium **26** zu tragen; sie unterstützt ferner die Bildung der gewünschten endgültigen äußeren Form des Primärfilterelementes **22**. Wie nachstehend erläutert wird, kann das Filtermedium **26** so konfiguriert werden, dass es einen Einstecksockel **130** bildet, der die Zentrierung des Filterelementes **22** unterstützt, wenn das Filterelement **22** in dem Primärluftfilter **9** positioniert wird. Der von dem Filtermedium **26** in dem Primärfilterelement **22** gebildete Einstecksockel **130** kann benutzt werden, um das Primärfilterelement **22** mit einer Erhebung im Innenraum des Luftfiltergehäuses **2** auszurichten. Bei speziellen bevorzugten Ausführungsformen kann die Erhebung Teil des Sicherheitselementes sein. Dies wird nachstehend in Kapitel 5.C.2 beschrieben.

**[0071]** Eine Vielfalt von Kernkonstruktionen **57** ist einsetzbar. Die dargestellte spezielle Kernkonstruktion **57** kann vorteilhaft eingesetzt werden. Die dargestellte Kernkonstruktion **57** unterstützt die Aufnahme des Einstecksockels **130**. Die dargestellte Kernkonstruktion **57** besitzt insbesondere ein nicht-zylindrisches Element **132**. Gemäss [Fig. 22](#) besitzt das nicht-zylindrische Element **132** mindestens einen Be-

reich einander gegenüberliegender Wände **134** und **135**, die einen zwischen ihnen liegenden offenen Raum **136** umgeben. Der offene Raum **136** dient als offene Aufnahmetasche **138**. Bei der dargestellten bevorzugten Ausführungsform nimmt die Aufnahmetasche **138** den von dem Filtermedium **26** gebildeten Einstecksockel **130** auf. Bei der dargestellten Ausführungsform sind sowohl der Einstecksockel **130** und die Aufnahmetasche **138** nicht-zylindrisch. Mit dem Ausdruck „nicht-zylindrisch“ ist gemeint, dass der Querschnitt keinen Kreis bildet. Vielmehr ist der Querschnitt nicht-kreisförmig. Bei der dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist der Querschnitt des Einstecksockels **130** und der Aufnahmetasche **138** lang gestreckt; er besitzt einander gegenüberliegende Seitenwände **134** und **135**, die einen Spalt von nicht mehr als 20 mm, mindestens größer als 2 mm und typischerweise 3–12 mm, zwischen sich bilden. Die einander gegenüberliegenden Seitenwände **134** und **135** sind durch gebogene Enden **140** und **141** mit einander verbunden, wie in [Fig. 6](#) ersichtlich ist.

**[0072]** Die dargestellte Kernkonstruktion **57** besitzt zur Versteifung eine Formstruktur **144** ([Fig. 7](#)). Die bevorzugte Ausführungsform der Kernkonstruktion **57** beinhaltet ferner einen geformten Stopfen **148**, der verhindert, dass zu filterndes Fluid zwischen den Wänden **134** und **135** der Kernkonstruktion **57** hindurch leckt. Die Formstruktur **144** besitzt ferner bei der dargestellten speziellen bevorzugten Ausführungsform eine Zentrierungskonstruktion **150**. Bei der in [Fig. 7](#) dargestellten Ausführungsform besitzt die Zentrierungskonstruktion **150** einen Scheitel **152**, der ungefähr mittig zwischen den Enden **140** und **141** der Kernkonstruktion **57** angeordnet ist. Die Zentrierungskonstruktion **150** wirkt mit Erhebungen bzw. Nocken des Gehäuses **2** zusammen, um das Filterelement **22** auszurichten und zu zentrieren, wenn das Filterelement **22** in den Luftfilter **1** eingesetzt wird.

**[0073]** Bei der bevorzugten Ausführungsform teilt die Zentrierungskonstruktion **150** die Aufnahmetasche **138** in eine erste Aufnahmetasche **164** und eine zweite Aufnahmetasche **166**. Die Aufnahmetaschen **164** und **166** nehmen bei der bevorzugten Ausführungsform je eine Erhebung bzw. einen Nocken auf, um die Zentrierung und die korrekte Ausrichtung des Primärfilterelementes **22** für den Betrieb in dem Luftfilter zu unterstützen.

**[0074]** Bei vielen brauchbaren Ausführungsformen ist der Abstand zwischen den Enden **140** und **141** der Kernkonstruktion **57** nicht größer als 24 cm, mindestens 5 cm und üblicherweise 7 cm–15 cm.

**[0075]** Bevorzugte Kernkonstruktionen **57** können ferner mindestens einen gewählten Bereich **154** ([Fig. 20](#)) besitzen, der als Teil der Wand **134** geformt ist. Der gewellte Bereich **154** besitzt mindestens eine und vorzugsweise 2–10 Wellen **156**, die mit den Wel-

len des gewellten Blattes **47** des Filtermediums **26** ([Fig. 5](#)) zusammen passen. Bevorzugte Kernkonstruktionen **57** besitzen zwei gewellte Bereiche **154** und **158**. Der zweite gewellte Bereich **158** besitzt ferner zwei Wellen **259**. Die gewellten Bereiche **154** und **158** unterstützen die Fertigung der gewickelten Konstruktion, die das Primärfilterelement **22** ergibt. Zur Herstellung der gewickelten Konstruktion wird die gewellte Seite des Filtermediums **26** mit den gewellten Bereichen **154** und **158** ausgerichtet. Das Filtermedium **26** wird dann um die Kernkonstruktion **57** herumgewickelt. Das Filtermedium **26** wird an der Kernkonstruktion **57** z. B. mittels eines Kleberbandes in den Bereichen **160** und **161** zwischen der Kernkonstruktion **57** und dem Filtermedium **26** befestigt.

**[0076]** Bei einigen Ausführungsformen besitzt das Primärfilterelement **22** eine äußere schützende Umwicklung, die die äußere Seitenwand **25** des Primärfilterelementes **22** überdeckt.

**[0077]** Ein augenfälliges, auffallendes Filterelement **22**, das erfindungsgemäß einsetzbar ist, ist in der gemeinsam eingereichten U.S. design patent application filed on April 2, 2003, carrying attorney docket 758.1520US01; entitled FILTER ELEMENT; Express Mail No. EV 143555756 US dargestellt.

#### Verwendbare Sicherheitselemente

Beispiel einer Ausführungsform, [Fig. 11–Fig. 14](#)

**[0078]** [Fig. 11–Fig. 14](#) zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäß einsetzbaren Sicherheitsfilterelementes **20**. In bevorzugten Systemen ist das Sicherheitselement **20** in dem Luftfilter **1** stromabwärts von dem primären Filterelement **22** angeordnet, um stromabwärts angeordnete Komponenten vor Verunreinigungen zu schützen, die hinter das Primärfilterelement **22** gelangen könnten, wenn das Primärfilterelement **22** nicht korrekt funktioniert. Zusätzlich hilft das Sicherheitselement **20** während der Wartung des Luftfilters **1** die Maschine zu schützen, dadurch, dass es verhindert, dass Verunreinigungen in den Reinluftbereich **32** fallen.

**[0079]** Das Sicherheitselement **20** besitzt einen äußeren Umfang **170**, der vorzugsweise zu dem äußeren Umfang des Primärfilterelementes **22** passt. Bei der dargestellten Ausführungsform ist das Sicherheitselement **20** unrund bzw. es hat ein „Rennbahn“-Form; es kann aber auch andere Formen haben, z. B. eine Kreisform. Die „Rennbahn“-Form des Sicherheitselementes **20** besitzt ein Paar gerader Seiten **172** und **173** die durch ein Paar gebogener Enden **174** und **175** miteinander verbunden sind.

**[0080]** Bei der dargestellten Ausführungsform besitzt das Sicherheitselement **20** einen steifen strukturellen Rahmen **178**. Ein Teil des Rahmens **178** wird

von einer Schürze **180** geformt. Das Band **180** umgibt einen internen Bereich des Filtermediums **184**. Es können die verschiedensten Arten von Filtermedia **184** verwendet werden. Bei der dargestellten Ausführungsform ist das Filtermedium **184** gefaltet, wobei sich die Falten **185** zwischen den geraden Seiten **172** und **173** erstrecken. Brauchbare Ausführungsformen besitzen mindestens 10 Falten, nicht mehr als 50 Falten und üblicherweise 15 bis 30 Falten. Dies kann einer Faltendichte von mindestens 2 Falten pro 2,54 cm (in inch) und üblicherweise 3 bis 4 Falten pro 2,54 cm (1 inch) entsprechen. In [Fig. 11](#) ist ersichtlich, dass es zwei Faltenbereiche **186** und **187** gibt. Der erste Faltenbereich **186** ist von dem zweiten Faltenbereich **187** durch eine Trennwand **188** des Rahmens **178** getrennt, die das Sicherheitselement **20** generell zweiteilt. Die Trennwand **188** erstreckt sich längs durch das Sicherheitselement **20** zwischen dem gebogenen Ende **174** und dem gebogenen Ende **175**.

**[0081]** Bei der bevorzugten Ausführungsform besitzt das Sicherheitsfilterelement **20** einen Handgriff **190**, der bemessen ist, um mindestens einen Teil einer menschlichen Hand aufnehmen zu können. Mit „bemessen ist, um mindestens einen Teil einer menschlichen Hand aufnehmen zu können“ ist gemeint, dass zwischen dem Handgriff **190** und dem restlichen Teil des Sicherheitselementes **20** so viel Freiraum besteht, dass mindestens ein Teil einer Hand (ein Finger oder einige Finger) zwischen den Handgriff **190** und den restlichen Teil des Sicherheitselementes **20** passen, um die Handhabung des Sicherheits-Filterelementes **20** zu ermöglichen.

**[0082]** Bei der dargestellten Ausführungsform des Sicherheitsfilterelementes **20** ragt der Handgriff **190** von dem Rahmen **178** weg. Bei bevorzugten Ausführungsformen ist der Handgriff eine integrale Verlängerung der Trennwand **188**. Es können eine Vielfalt von Handgriffkonstruktionen **190** verwendet werden. Bei einer dargestellten Handgriffvariante, besitzt der Handgriff **190** mindestens einen Eingriff **192**, der sich von dem Rahmenelement **189** weg erstreckt. Der Eingriff **192** kann verschiedene Konfigurationen besitzen, einschließlich Konfigurationen von Knöpfen, Ringen, Verlängerungen usw. Bei der dargestellten Ausführungsform besitzt der Eingriff **192** die Form eines Steges **194**, der einen Leerraum **196** bildet. Bei bevorzugten Ausführungsformen erstreckt sich der Leerraum **196** vollständig durch den Steg **194**.

**[0083]** Bei speziell bevorzugten Ausführungsformen besitzt der Handgriff **190** einen zweiten Eingriff **198**. Der zweite Eingriff **198** kann ebenfalls verschiedene Formen bzw. Konfigurationen besitzen. In der dargestellten Ausführungsform besitzt der Eingriff **198** die gleiche Form wie der Eingriff **192** in Form eines Steges **202** mit einem Leerraum **204**.

[0084] Bei bevorzugten Ausführungsformen sind die Größen der Leerräume **196** und **204** gross genug, um einen behandschuhten Finger einer menschlichen Hand aufzunehmen, um die Handhabung des Sicherheitselementes **20** relativ zu dem Luftfilter **1** zu unterstützen. Z. B. besitzen die Leerräume **196** und **204** eine Querschnittsfläche von mindestens  $2 \text{ cm}^2$ , üblicherweise  $4 \text{ cm}^2$ – $100 \text{ cm}^2$ . Die Eingriffe **192** und **198** sind durch eine Bucht **206** in der zentralen Trennwand **188** von einander getrennt.

[0085] Bei bevorzugten Anwendung nimmt der von der Einbuchtung **206** und den inneren Seiten **207** und **208** jedes Eingriffes **192** und **198** gebildete Raum **205** den Scheitel **195** (Fig. 7) der Zentrierungskonstruktion **150** der Kernkonstruktion **57** auf. Bei diesen bevorzugten Anwendungen dienen die Eingriffe **192** und **198** als Führungen **212** und **214**, die operativ die Positionierung des Primärfilter-Elementes **22** beim Einsetzen in den Luftfilter **1** unterstützen. Die Führungselemente **212** und **214** unterstützen zusammen mit der Zentrierungs-Konstruktion **150** die Zentrierung und Positionierung des Filterelementes **22** in dem Luftfilter **1**. Dieser Vorgang ist ausführlicher in Kapitel 5.C.2 beschrieben.

[0086] Gemäss Fig. 11 bis Fig. 14 besitzt das bevorzugte Sicherheitselement **20** ein Sicherheitselement **218** für die Bildung einer Dichtung **220** (Fig. 4) zwischen dem Sicherheitselement **20** und dem Primärluftfilterabschnitt **9** des Gehäuses **2**. Bei der dargestellten Ausführungsform ist das Dichtungselement **218** entlang des gesamten Umfangs der Schürze **180** an der Schürze **180** befestigt. In der dargestellten Ausführungsform bildet das Dichtungselement **218** eine Radialdichtung **221** (Fig. 4) zwischen der Schürze **180** und der Innenfläche **120** des Primärluftfilterteiles **9** des Gehäuses **2**. Das Dichtungselement **218** besitzt mindestens eine Schulter **224**, die den Einbau und den Ausbau des Sicherheitselementes **20** in dem Bereich **32** (Fig. 4) unterstützt.

[0087] Das Sicherheitsfilterelement **20** kann auch nützlich sein, um ein Teleskopieren des Filtermediums **26** von dem Primärfilterelement **22** zu verhindern. Der stromabwärts gerichtete Luftströmungsdruck kann auf das Primärfilterelement **22** eine Kraft ausüben, die das Primärfilterelement **22** zum Teleskopieren bringt. Das Sicherheitsfilterelement **20** kann, wenn es an dem stromabwärtigen Ende **24** installiert ist, helfen ein Teleskopieren des Filterelementes **22** zu verhindern.

[0088] Brauchbare Filtermedia **184** schließen viele verschiedene Arten konventioneller Filtermedia ein. Diese Filtermedia schließen Zellulose, Synthetiks und verschiedene Mischungen ein. Eine brauchbare übliche Filtermediummischung ist eine Synthetik/Glasfaser Mischung mit folgenden Daten:

- Gewicht  $114 \pm 6,5 \text{ g/m}^2$  ( $70 \pm 4,0 \text{ lb/3000 ft}^2$ );

- Dicke  $0,81 \pm 0,08 \text{ mm}$  ( $0,032 \pm 0,003 \text{ inch}$ );
- Frazier Durchlässigkeit  $50,3 \pm 6,1 \text{ m/min}$  ( $165 \pm 20 \text{ ft/min}$ );
- Porengröße  $100 \pm 8 \mu\text{m}$ ;
- trockene Reißfestigkeit  $356 \pm 119 \text{ kg/m}$  ( $19,8 \pm 6,6 \text{ lb/inch}$ ); und
- Berstfestigkeit  $138 \pm 34 \text{ kPa}$  ( $20 \pm 5 \text{ psi}$ ).

[0089] Ein augenfälliges auffallendes Sicherheitsfilterelement **20**, das erfindungsgemäß einsetzbar ist, ist in der gemeinsam eingereichten U.S. design patent application filed on April 2, 2003, carrying attorney docket 758.1521US01; entitled SAFETY FILTER ELEMENT; Express Mail No. EV 143555760 US beschrieben.

#### Ausrichtungs-/Zentrierungs-Eigenschaften des Primärfilters

[0090] In Fig. 15 bis Fig. 22 ist die Zusammenwirkung des Primärfilterelementes **22** mit dem Sicherheitsfilterelement **20** dargestellt. Wie oben beschrieben, besitzt das Primärfilterelement **22** einen Einstecksockel **130**, der durch einen Leerraum in dem Filtermedium **26** gebildet wird, wenn das Filtermedium **26** zu dem Filterelement **22** geformt wird. Der Einstecksockel **130** dient zur Aufnahme der Führungskonstruktion bzw. der Zentrierungskonstruktion, um die exakte Montage des Filterelementes **22** in dem Luftfilter **1** zu unterstützen. Die Führungs- bzw. Zentrierungs-Konstruktion kann viele unterschiedliche Arten von Erhebungen bzw. Nocken besitzen, die sich in dem Luftfilter **1** nach innen erstrecken. Bei der dargestellten speziellen bevorzugten Konfiguration ist die Führungs- bzw. Zentrierungs-Konstruktion ein Teil des Sicherheitsfilter-Elementes **20**. Insbesondere ist die Führungs- bzw. Zentrierungs-Konstruktion hier durch Führungselemente **212** und **214** ausgebildet, die vorzugsweise auch Teil des Handgriffes **190** des Sicherheits-Filterelementes **20** sind. Es ist zu beachten, dass, obwohl die Führungselemente **212** und **214** als Teil des Sicherheitselementes **20** dargestellt sind, bei anderen Ausführungsformen andere Arten von Erhebungen oder Führungselementen in dem Luftfilter **1** vorgesehen sein können. Ferner ist, wie oben beschrieben, bei der bevorzugten Ausführungsform der Einstecksockel **130** fluchtend mit der Kernkonstruktion **57** angeordnet, um die Aufnahmetasche **138** zu bilden.

[0091] In Fig. 20 und Fig. 22 ist dargestellt, wie die Führungselemente **212** und **214** in den Einstecksockel **130** ragen und von dem Einstecksockel **130** und von der Aufnahmetasche **138** der Kernkonstruktion **57** aufgenommen werden. Der Scheitel **152** der Zentrierungskonstruktion **150** ragt, wie dargestellt, zwischen die Führungselemente **212** und **214** in Richtung auf die Einbuchtung **206** des Raumes **205** (Fig. 12 und Fig. 14), der durch die Seiten **207** und **208** und die Einbuchtung **206** gebildet wird.

**[0092]** Für den Gebrauch wird das Primär-Filterelement **22** in den Primärluftfilterteil **9** des Gehäuses **2** eingesetzt, nachdem das Sicherheitselement **20** korrekt in den Luftfilter **1** installiert worden ist. Die Öffnung der Aufnahmetasche **138** wird zu den Führungen **212** und **214** ausgerichtet. Die Führungen **212** und **214** dringen in die Aufnahmetaschen **164** und **166** (**Fig. 7**) ein. Das Filterelement **22** wird bei der korrekten Positionierung durch die Zusammenwirkung des Scheitels **152** der Zentrierungskonstruktion **150** mit den Führungen **212** und **214** unterstützt. Bei bevorzugten Ausführungsformen ist das Filterelement **22** so angeordnet, dass das Dichtungselement **28** an dem Flansch **71** des Primärluftfilterteils **9** des Gehäuses **2** anliegt. Der Deckel **7**, der den Vorfilter bzw. Vorreiniger **8** enthält, wird dann über dem Ende des Primärluftfilterteils **9** des Gehäuses **2** angeordnet und dann im Geschlossen-Zustand zugeklemmt. Die Zuklemmaktion bewirkt ein Zusammendrücken des Dichtungselementes **28** zwischen dem Flansch **70** und dem Flansch **71**, so dass dadurch eine Dichtung erzeugt wird.

**[0093]** Jedes der Filterelemente sowohl das Primärluftfilterelement **22** als auch das Sicherheitselement **20** sind ausbaubar und austauschbar. Bevorzugte Wartungsverfahren sind nachstehend beschrieben.

#### Verwendbare Vorfilter-/Vorreiniger-Konstruktionen

**[0094]** In **Fig. 2** bis **Fig. 4** ist ein bevorzugter Vorreinigungsabschnitt **8** dargestellt. Obwohl zahlreiche unterschiedliche dem Stand der Technik entsprechende Vorfilter/Vorreiniger stromaufwärts von dem Primärluftfilterelement **22** eingesetzt werden können, kann der dargestellte spezielle Vorreiniger **8** vorteilhaft eingesetzt werden.

**[0095]** Wie oben erwähnt, besitzt der Vorreiniger **8** mehrere Zentrifugalabscheider **13**. Jeder der Zentrifugalabscheider **13** besitzt eine äußere weitgehend zylindrische Wand **228**, die zwischen dem Ende **229** und dem Ende **230** konisch angeordnet ist. Das Ende **229** hat einen kleineren Durchmesser als das Ende **230**. Das Ende **229** ist stromaufwärts von dem Ende **230** angeordnet. In der Wand **228** ist ein Wirbelgenerator **232** angeordnet, der Leitschaufeln bzw. gekrümmte Schaufeln **234** besitzt. Die Wand **228** besitzt ferner an ihrem stromabwärtigen Ende **230** eine Austrittsöffnung **236**.

**[0096]** Jedes der Rohre bzw. der Zentrifugalabscheider **13** ist in einer stromaufwärtigen Rohrplatte **238** befestigt. Die Rohrplatte **238** besitzt mehrere Öffnungen **240** zur Aufnahme der stromaufwärtigen Enden **229** der Rohre bzw. der Zentrifugalabscheider **13**. Das stromaufwärtige Ende **229** jedes Rohres bzw. Zentrifugalabscheiders **13** besitzt einen Vorsprung **242** (**Fig. 3**), der von einer Nut **244** aufgenommen wird, die ein Teil der Öffnung **240** ist. Diese Vor-

sprungs-/Öffnungs-Konfiguration **242/240** bildet eine Positionierungs-Anordnung **246** (**Fig. 3**), die sicher stellt, dass jede der Austrittsöffnungen **236** jedes Rohres bzw. Zentrifugalabscheiders **13** in Richtung auf das Staubaustritts-Rohr **4** gerichtet ist.

**[0097]** Der dargestellte bevorzugte Vorfilter bzw. Vorreiniger **8** besitzt ferner mehrere Austrittsrohre **250**, die in den Rohren **228** positioniert sind. Bei bevorzugten Ausführungsformen ist jedes der Austrittsrohre **250** als ein integrales Teil des Deckels **7** geformt. D. h. bei bevorzugten Ausführungsformen ist der Deckel **7** ein integral geformtes Stück einschließlich der Seitenwände **252** des Staubabscheiderrohres **14**, eines stromabwärtigen Rohrbodens **254**, und aller Austrittsrohre **250**.

**[0098]** Zum Zusammenbau des Vorfilters bzw. Vorreinigers **8** wird jedes der Rohre **228** in eine zugeordnete Öffnung **240** des Rohrbodens **238** eingeführt. Die Positionierungsanordnung **246** wird durch die Ausrichtung jedes Vorsprungs **242** jedes der Rohre **228** in eine zugeordnete Nut **244** verwendet um sicherzustellen, dass die Austrittsöffnung **236** in Richtung auf das Staubaustrittsrohr **4** gerichtet ist. Der stromaufwärtige Rohrboden **238** mit allen darin eingebauten Rohren **228** wird dann über dem restlichen Teil des Vorfilters bzw. Vorreinigers **8** positioniert. Jedes der Enden **230** der Rohre **228** ist über einem zugeordneten Austrittsrohr **250** angeordnet; und der Rohrboden **238** ist an der Seitenwand **252** befestigt, z. B. durch einen Schnappsitz.

**[0099]** Der Vorreiniger **8** arbeitet wie folgt: ein Materialpartikel enthaltender Gasstrom strömt durch das stromaufwärtige Ende **229** jedes der Zentrifugalabscheider **13**. Der Gasstrom wird durch den Wirbelgenerator **232** in eine Rotationsbewegung versetzt. Die Rotationsbewegung des Gasstromes erzeugt Zentrifugalkräfte, die auf die Materialpartikel in dem Gasstrom wirken. Die Materialpartikel sind schwerer als das Gas in dem Gasstrom und wandern daher in Richtung auf die Wand **228**.

**[0100]** Die Materialpartikel werden durch die Austrittsöffnungen **236** ausgestossen, während der verbleibende Gasstrom durch die Austrittsrohre **250** strömt. Von den Austrittsrohren **250** strömt die Luft stromabwärts in die stromaufwärtige Strömungsfläche **23** des Primärluftfilterelementes **22**. Die Materialpartikel, die aus den Austrittsöffnungen **236** ausgestossen werden, fallen unter Wirkung der Schwerkraft abwärts durch das Austrittsrohr **4** und nach außen durch das Austrittsventil **15**.

#### Verfahren

**[0101]** Generell wird ein Verfahren zur Abdichtung eines Filterelementes mit einer Durchgangsströmungskonstruktion, wie beschrieben, vorgeschla-

gen. Das bevorzugte Verfahren beinhaltet im allgemeinen das Positionieren einander gegenüberliegender Flansche eines Deckels und eines Primärfiltergehäuse-Teiles, wie beschrieben, in Eingriff mit der von dem Primärfilterelement wegragenden Axialdichtung und ein axiales Zusammendrücken des Dichtungselementes, wie dargestellt.

**[0102]** Ferner wird ein Verfahren zur Montage eines Dichtungselementes an einem Filterelement mit einer Durchgangs-Strömungskonstruktion, wie beschrieben, vorgeschlagen. Ein Beispiel des Verfahrens beinhaltet im allgemeinen das Bereitstellen eines Filterelementes mit einer Durchgangsströmungskonstruktion.

**[0103]** Bei einem Verfahrensbeispiel wird eine Dichtung durch Strangpressen geformt, abgelängt und dann zusammen geklebt, um einen Dichtungsring zu bilden. Bei anderen brauchbaren Verfahren wird eine Dichtung aus einem formbaren Material, z. B. Urethan Schaum, hergestellt und in eine gewünschte Form geformt. Der Dichtungsring wird dann über ein Rahmenelement geschnappt und auf ein Rahmenelement gepresst. Genauer gesagt, der Vorsprung **102** wird in die Tasche **63** gedrückt. Die äußere Oberfläche **56** des Hauptkörpers **52** wird benachbart zu dem Eintrittsende **23** mit Klebstoff beschichtet. Die „Dichtung **28**/Rahmenelement **96** Anordnung“ wird dann über das Eintrittsende **23** auf den Hauptkörper **52** aufgesetzt, bis die Lippe **108** mit dem Eintrittsende **23** in Eingriff kommt. Der konische Teil **114** unterstützt die Führung des Rahmenelementes **96** in seine Position, ohne den Hauptkörper **52** zu beschädigen.

**[0104]** Um Gas zu reinigen, sollten zuerst die Filterelemente **20** und **22** in den Luftfilter **1** eingebaut werden. Der den Vorreiniger **8** enthaltende Deckel **7** ist von dem Luftfilterteil **9** des Gehäuses **2** entfernt. Das Sicherheitsfilterelement **20** wird bereit gestellt. Das Sicherheitsfilterelement **20** wird gehandhabt, indem der Handgriff **190** ergriffen wird, z. B. durch das Einführen von Fingern in die Leerräume **196** und **204**. Das Sicherheitsfilterelement **20** wird durch das offene Ende des Luftfilterteils **9** eingesetzt und im Bereich **32** installiert. Die Dichtung **220** wird dabei gegen die Wand des Primärluftfilters **9** gedrückt, um eine Radialdichtung **221** zwischen dem Sicherheitsfilterelement **20** und dem Luftfilterteil **9** zu bilden.

**[0105]** Als nächstes wird das Primärluftfilterelement **22** bereitgestellt. Das Primär-Filterelement **22** wird so gehandhabt, dass das stromabwärtige Ende **24** als erstes durch das offene Ende des Luftfilterteils **9** eingeführt wird. Der Einstecksockel **130** wird zu den Führungen **212** und **214** ausgerichtet, so dass diese darin aufgenommen werden können. Insbesondere besitzt der Kern **57** Aufnahmetaschen **164** und **166** in der Aufnahmetasche **138**, die die Führungen **212** und **214** in sich aufnehmen. Die Zentrierungskonstruktion

**150** des Kernes **57** wirkt mit den Führungen **212** und **214** zusammen, um die Ausrichtung und Zentrierung des Primärfilterelementes **22** in dem Primärluftfilterteil **9** zu unterstützen.

**[0106]** Das Primärfilterelement **22** wird, wie oben beschrieben, so zentriert und so orientiert, dass die Dichtung **28** auf dem Flansch **71** des Luftfilterteils **9** aufliegt. Als nächstes wird der Vorfilterteil **7** so über dem Luftfilterteil **9** positioniert, dass der Flansch **70** auf der Dichtung **28** aufliegt. Die Schnappklammern **17** werden dann verwendet, um eine axiale Kraft auf die Verbindungsstelle **11** auszuüben und mittels des Dichtungselementes **28** eine Axialdichtung zwischen dem Vorreiniger **7** des Gehäuses und dem Luftfilterteil **9** des Gehäuses zu bilden.

**[0107]** Um Gas zu reinigen, tritt das Gas durch die Zentrifugal-Abscheiderrohre **13** in den Vorreiniger **7** ein. Der Wirbelgenerator **232** versetzt den Gasstrom in Rotation, wodurch die Materialpartikel in Richtung auf die Wände **28** wandern. Die Materialpartikel werden dann durch die Austrittsöffnungen **236** ausgestoßen und fallen unter Wirkung der Schwerkraft durch das Staubabscheiderrohr **14**. Das vorgereinigte Gas strömt dann durch die Austrittsrohre **250** und danach durch die Eintrittsströmungsfläche **23** des Primärfilterelementes **22**. Das Filtermedium **26** entfernt weitere Materialpartikel aus dem Gas. Das gereinigte Gas strömt dann durch die Austrittsströmungs-Fläche **24**. Als nächstes strömt das gereinigte Gas durch das Faltenfilter-Medium **184** des Sicherheitsfilterelementes **20** und dann durch den Austrittskanal **3**. Von dort strömt das gereinigte Gas zu den stromabwärts angeschlossenen Geräten, z. B. einem Motor.

**[0108]** Nach einer gewissen Betriebsperiode ist es erforderlich den Luftfilter **1** zu warten. Zur Wartung des Luftfilters **1** wird der Deckel **7** mit dem Vorreiniger **8** von dem Luftfilterteil **9** des Gehäuses **2** entfernt. Dies erfolgt durch Lösen der Klammern. Wenn die Klammern gelöst sind, ist die von dem Dichtungselement **28** gebildete Dichtung entlastet. Das stromaufwärtige Ende des Filterelementes **22** liegt dann offen. Das Filterelement **22** wird ergriffen und aus dem Luftfilterteil **9** entfernt. Das Primärluftfilterelement **22** kann dann auf geeignete Weise entsorgt oder wieder aufbereitet werden. Wenn das Sicherheitsfilterelement **20** ebenfalls gewartet werden muss, wird der Handgriff **190** ergriffen und das Sicherheitsfilterelement **20** aus dem Luftfilterteil **9** entfernt und entsorgt oder wieder aufbereitet. Es ist zu beachten, dass bei vielen Anwendungsarten das Primärfilterelement **22** ersetzt werden muss, während das Sicherheitsfilter-Element **20** noch nicht ersetzt werden muss.

**[0109]** Wenn das Sicherheitsfilterelement ersetzt werden muss, wird ein zweites neues Sicherheitsfilterelement **20** in das Gehäuse **2** eingesetzt, wie bei der Erstinstallation oben beschrieben. Als nächstes

wird ein neues Primärfilter-Element **22** bereit gestellt und wie oben beschrieben in dem Luftfilterteil **9** installiert. Der Vorreinigerteil **8** wird dann auf den Luftfilterteil **9** gesetzt, wobei das Dichtungselement **28** die axiale Dichtung bildet.

**[0110]** Im allgemeinen besitzt eine Luftfilterpatrone eine Z-Filtermediumkonstruktion mit einer Eintrittsströmungsfläche und einer Austrittsströmungsfläche; und einem an der Z-Filtermediumkonstruktion befestigten Dichtungselement; die Z-Filtermediumkonstruktion bildet einen nicht-zyllindrischen Aufnahmesockel an mindestens einer der Strömungsflächen, entweder an der Eintrittsströmungsfläche oder an der Austrittsströmungsfläche.

**[0111]** Die Filterpatrone kann eine nicht zylindrische Kernanordnung innerhalb der Z-Filtermediumkonstruktion besitzen; die Kernanordnung besitzt einander gegenüberliegende Wände, die den Aufnahmesockel begrenzen; die einander gegenüberliegenden Wände bilden mindestens eine Aufnahmetasche. Die Kernkonstruktion kann eine Zentrierungskonstruktion besitzen, die sich zwischen den einander gegenüberliegenden Wänden erstreckt und mit den einander gegenüberliegenden Wänden verbunden ist; die Zentrierungskonstruktion besitzt einen Scheitel; die Zentrierungskonstruktion teilt die mindestens eine Aufnahmetasche in eine erste und eine zweite Aufnahmetasche. Die Kernanordnung kann sich vollständig zwischen der Eintrittsströmungsfläche und der Austrittsströmungsfläche erstrecken. Eine der einander gegenüberliegenden Wände der Kernanordnung kann mindestens einen Bereich von Wellen besitzen.

**[0112]** Die Z-Filter-Mediumkonstruktion kann mehrere Faltenkanäle besitzen; jeder der Faltenkanäle besitzt benachbart der Eintrittsströmungsfläche einen stromaufwärtigen Teil und benachbart der Austrittsströmungsfläche einen stromabwärtigen Teil; wobei:

(a) ausgewählte Faltenkanäle an dem stromaufwärtigen Teil offen sind und an dem stromabwärtigen Teil geschlossen sind; und andere ausgewählte Kanäle an dem stromaufwärtigen Teil geschlossen sind; und an dem stromabwärtigen Teil offen sind; und

(b) die Filtermediumkonstruktion eine gewickelte Konfiguration ist und den Aufnahmesockel in ihrem Zentrum bildet.

**[0113]** Die Filterpatrone kann eine „Rennbahn“-Form haben.

**[0114]** Die Filterpatrone kann ein Rahmenelement besitzen, das an der Z-Filtermedium-Konstruktion befestigt ist; das Rahmenelement besitzt einen Vorsprung, der radial von einer äußeren Seitenwand der Z-Filtermedium-Konstruktion weg ragt; der Vor-

sprung erstreckt sich vollständig peripher um die Z-Filtermedium-Konstruktion; und das Dichtungselement ist auf dem Vorsprung des Rahmenelementes angeordnet; das Dichtungselement erstreckt sich vollständig peripher um die Z-Filtermedium-Konstruktion. Das Rahmenelement kann eine Schürze besitzen, die an der Seitenwand befestigt ist; und eine Lippe, die sich radial nach innen von der Schürze erstreckt; der Vorsprung erstreckt sich radial von der Schürze; die Lippe erstreckt sich über mindestens einen Teil der Eintrittsströmungsfläche oder der Austrittsströmungsfläche.

**[0115]** Im allgemeinen besitzt eine Luftfilteranordnung eine erste Stufe mit einem Vorreiniger mit mehreren Zentrifugal-Abscheidern; und eine zweite Stufe mit einer Luftfilterpatrone, die stromabwärts von dem Vorreiniger angeordnet ist; die Luftfilterpatrone enthält ein Z-Filtermedium, ein Dichtungselement, eine Eintritts-Strömungsfläche und eine Austritts-Strömungsfläche; das Dichtungselement ist benachbart zu der Eintritts-Strömungsfläche angeordnet und es bildet eine Dichtung zwischen der ersten Stufe und der zweiten Stufe.

**[0116]** Der Vorreiniger kann einen ersten Rohrboden, der über einer Deckelkonstruktion angeordnet ist, und mehrere konische Rohre, die an dem ersten Rohrboden befestigt sind, besitzen; wobei jedes der konischen Rohre eine Seitenwand, einen Innenraum, einen Wirbelgenerator innerhalb des Innenraums und eine Austrittsöffnung, die von der Seitenwand gebildet wird, besitzt; die Deckelkonstruktion besitzt einen zweiten Rohrboden mit mehreren Austrittsrohren, die integraler Bestandteil des Rohrbodens sind; jedes der Austrittsrohre wird von dem Innenraum eines der zugeordneten konischen Rohre aufgenommen; und die Deckelkonstruktion besitzt ein Austrittsrohr, das von ihr weg ragt. Jedes der konischen Rohre kann einen Vorsprung besitzen, der von einem zugeordneten Schlitz in dem ersten Rohrboden aufgenommen wird, um die Austrittsöffnung jedes konischen Rohres in Richtung auf das Austrittsrohr auszurichten.

**[0117]** Das Z-Filtermedium kann mehrere Faltenkanäle besitzen; jeder der Faltenkanäle besitzt benachbart der Eintrittsströmungsfläche einen stromaufwärtigen Teil und benachbart der Austrittsströmungsfläche einen stromabwärtigen Teil; ausgewählte Faltenkanäle sind an dem stromaufwärtigen Teil offen und an dem stromabwärtigen Teil geschlossen; andere ausgewählte Faltenkanäle sind an dem stromaufwärtigen Teil geschlossen und an dem stromabwärtigen Teil offen; die erste Stufe besitzt eine Deckelkonstruktion, die den Vorreiniger enthält; die zweite Stufe besitzt ein Gehäuse, das die Luftfilterpatrone enthält; die Dichtung zwischen der Deckelkonstruktion und dem Gehäuse wird dadurch gebildet, dass ein Dichtungselement zwischen der Deckelkonstruktion und

dem Gehäuse eingeklemmt wird.

**[0118]** Die Luftfilterpatrone kann ein Rahmenelement besitzen, das an dem Z-Filtermedium befestigt ist; das Rahmenelement besitzt einen Vorsprung, der radial von einer äußeren Seitenwand des Z-Filtermediums weg ragt; der Vorsprung erstreckt sich vollständig um den Umfang des Z-Filtermediums; das Dichtungselement wird auf den Vorsprung des Rahmenelementes montiert, benachbart zur Eintrittsströmungsfläche; das Dichtungselement erstreckt sich vollständig um den Umfang des Z-Filtermediums; und das Dichtungselement wird zwischen einem Flansch der Deckelkonstruktion und einem Flansch des Gehäuses eingeklemmt.

**[0119]** Das Rahmenelement kann eine Schürze, die an der Seitenwand befestigt ist und eine Lippe, die sich von der Schürze radial nach innen erstreckt, besitzen; der Vorsprung ragt radial von der Schürze weg; die Lippe erstreckt sich mindestens über einen Teil der Eintrittsströmungsfläche; und das Rahmenelement besitzt ferner als Verlängerung von der Lippe eine Querstrebenkonstruktion, die sich über die Eintrittsströmungsfläche erstreckt.

**[0120]** In der zweiten Stufe kann ein Sicherheitsfilterelement betriebsmäßig eingesetzt sein; das Sicherheitsfilterelement wirkt mit der Luftfilterpatrone zusammen.

**[0121]** Im allgemeinen besitzt ein Sicherheitsfilterelement einen Rahmen mit einer äußeren umlaufenden Schürze, ein Dichtungselement, das an die umlaufende Schürze montiert ist; und einen Filtermediumbereich, der an dem Rahmen befestigt ist; der Rahmen besitzt eine zentrale Trennwand, die die Schürze zwei teilt; der Filtermediumbereich besitzt einen ersten und einen zweiten Filtermediumbereich, die von dem Rahmen gehalten und durch die Trennwand getrennt werden; und das Sicherheitsfilterelement besitzt ferner einen Handgriff, als Verlängerung der zentralen Trennwand; der Handgriff ist so bemessen, dass er mindestens einen Teil einer menschlichen Hand zwischen dem Handgriff und einem restlichen Teil des Filterelementes aufnehmen kann.

**[0122]** Das Dichtungselement kann radial von der umlaufenden Schürze weg ragen; der erste und der zweite Bereich des Filtermediums sind gefaltet; der Handgriff ist integraler Bestandteil der zentralen Trennwand; der Handgriff besitzt eine erste und eine zweite Erhebung, die durch eine Einbuchtung von einander getrennt sind.

**[0123]** Im allgemeinen besitzt ein Luftfilter ein Gehäuse; ein Primärfilterelement, das operativ in dem Gehäuse installiert ist; das Primärfilterelement besitzt eine Z-Filtermediumkonstruktion mit einer Eintrittsströmungsfläche und einer Austrittsströmungsfläche;

die Z-Filtermediumkonstruktion bildet mindestens entweder an der Eintrittsströmungsfläche oder der Austrittsströmungsfläche einen Einstecksockel; und der Luftfilter besitzt ein vorspringendes Führungselement, das in den Aufnahmesockel ragt.

**[0124]** Ein Sicherheitsfilterelement kann operativ in das Gehäuse eingebaut werden; das Sicherheitsfilterelement besitzt ein Filtermedium, das von einem Rahmen gehalten wird; und das vorspringende Führungselement ragt von dem Sicherheitsfilterelement weg.

**[0125]** Eine nicht zylindrische Kernanordnung kann in der Z-Filtermediumkonstruktion eingesetzt sein; die Kernanordnung besitzt einander gegenüberliegende Wände, die den Aufnahmesockel umgeben, um eine Aufnahmetasche zu bilden; das Sicherheitsfilterelement besitzt einen Rahmen mit einer äußeren umlaufenden Schürze; ein Dichtungselement ist an die umlaufende Schürze montiert; und ein Filtermediumbereich ist an dem Rahmen befestigt; und das Führungselement erstreckt sich von dem Rahmen des Sicherheitsfilter-Elementes in die Aufnahmetasche.

**[0126]** Die Kernanordnung kann eine Zentrierungskonstruktion besitzen, die sich zwischen den einander gegenüberliegenden erstreckt und mit den einander gegenüberliegenden Wänden verbunden ist; die Zentrierungskonstruktion besitzt einen Scheitel; die Zentrierungskonstruktion teilt die mindestens eine Aufnahmetasche in eine erste und eine zweite Aufnahmetasche; und der Rahmen des Sicherheitsfilterelementes besitzt eine zentrale Trennwand, die die Schürze zweiteilt; der Filtermediumbereich besitzt einen ersten und einen zweiten Filtermediumbereich, die von dem Rahmen gehalten und von der zentralen Trennwand von einander getrennt werden; das Führungselement ist integraler Bestandteil der zentralen Trennwand und besitzt einen ersten und einen zweiten vorspringenden Arm, die durch eine Einbuchtung von einander getrennt sind; der erste vorspringende Arm ragt in die erste Aufnahmetasche; und der zweite vorspringende Arm ragt in die zweite Aufnahmetasche.

**[0127]** Der erste und der zweite vorspringende Arm können je einen Leerraum bilden, der so bemessen ist, dass er einen Teil einer menschlichen Hand aufnehmen kann.

**[0128]** Das Gehäuse kann eine Deckelkonstruktion und einen Luftfilterkörper besitzen; Die Z-Filtermediumkonstruktion besitzt mehrere Faltenkanäle; jede der Faltenkanäle besitzt benachbart zu der Eintrittsströmungsfläche einen strom-aufwärtigen Teil und benachbart zu der Austrittsströmungsfläche einen stromabwärtigen Teil; ausgewählte Faltenkanäle sind an dem stromaufwärtigen Teil offen und an dem

stromabwärtigen Teil geschlossen; und andere ausgewählte Faltenkanäle sind an dem stromaufwärtigen Teil geschlossen und an dem stromabwärtigen Teil offen; die Luftfilterpatrone kann ferner ein Rahmenelement besitzen, das an der Z-Filtermediumkonstruktion befestigt ist; das Rahmenelement besitzt einen Vorsprung, der radial von einer äußeren Wand der Z-Filtermediumkonstruktion weg ragt; der Vorsprung erstreckt sich vollständig um den Umfang der Z-Filtermediumkonstruktion; das Dichtungselement ist benachbart zu der Eintrittsströmungsfläche auf dem Vorsprung des Rahmenelementes montiert; das Dichtungselement erstreckt sich vollständig um den Umfang der Z-Filtermediumkonstruktion; und das Dichtungselement ist zwischen der Deckelkonstruktion und dem Luftfiltergehäuse eingeklemmt.

**[0129]** Ein Vorreiniger kann stromaufwärts von der Luftfilterpatrone angeordnet sein; der Vorreiniger besitzt mehrere Zentrifugalabscheider.

**[0130]** Im allgemeinen beinhaltet ein Verfahren zur Installation eines Primärfilterelementes in einem Luftreiniger eine Bereitstellung eines Luftfilter-Gehäuses mit einem Innenraum; eine Bereitstellung eines Primärfilterelementes; wobei das Primärfilterelement ein Z-Filtermedium enthält; wobei das Primärfilterelement einen integralen Einstecksockel bildet; und wobei das Primärfilterelement in dem Innenraum des Gehäuses dadurch positioniert wird, dass ein Vorsprung, der von dem Innenraum des Gehäuses weg ragt, in die Aufnahmetasche eingeführt wird.

**[0131]** Der Verfahrensschritt der Positionierung kann einen Schritt zur Ausrichtung eines Vorsprungs, der integraler Bestandteil eines Sicherheitsfilterelementes ist, das operativ in das Gehäuse installiert werden soll, mit dem Aufnahmesockel beinhalten.

**[0132]** Die oben beschriebenen erfindungsgemäßen Prinzipien können auf eine Vielfalt von Ausführungsformen und spezifischen Anwendungen angewendet werden. Aus der obigen allgemeinen Beschreibung sind alternative Ausführungsformen zu den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen verständlich. Die Erfindung ist daher nicht auf die dargestellten und beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Vielmehr ist der Erfindungsumfang durch die Ansprüche definiert.

### Patentansprüche

1. Luftfilter (1) mit einer ersten Stufe mit einem Vorfilter (8) mit Mehrfach-Zentrifugal-Abscheidern (13) mit einem Staubabscheiderohr (14); und einer zweiten Stufe mit einer Luftfilterpatrone (22), die stromabwärts von dem Vorfilter (8) angeordnet ist; wobei die Luftfilterpatrone (22) ein Z-Filtermedium (26), ein Dichtungselement (28), das sich vollständig um den Umfang der Z-Filter-Medium-Konstruktion

(26) erstreckt, eine Eintritts-Strömungsfläche (23) und eine Austritts-Strömungsfläche (24) besitzt; das Z-Filtermedium (26) mehrere Eintritts-Faltenkanäle (49), die an der Eintritts-Strömungsfläche (23) offen sind und an der Austritts-Strömungsfläche (24) für die Durchströmung von Luft verschlossen sind; und mehrere Austritts-Faltenkanäle (51), die an der Eintritts-Strömungsfläche (23) verschlossen sind und die an der Austritts-Strömungsfläche (24) für die Auslass-Strömung offen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass:

a) ein Gehäuse (2) mindestens einen ersten Teil und einen zweiten Teil besitzt;

b) das Dichtungselement (28) eine erste Seite (75) und eine gegenüberliegende zweite Seite (76) und eine äußere ringförmige Oberfläche (77) besitzt, wobei

(i) das Dichtungselement (28) zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil des Gehäuses (2) angeordnet ist, um eine Axialdichtung zu bilden;

c) jeder der Zentrifugal-Abscheider (13) eine Seitenwand (228) einen Innenraum und Leitbleche (234) in dem Innenraum besitzt; und

d) ein Sicherheitselement (20) operativ in dem Gehäuse (2) stromabwärts von dem primären Filterelement (22) installiert ist, wobei:

(ii) das Sicherheitselement (20) einen Rahmen (178) mit einer äußeren umgebenden Schürze (180), eine an der umgebenden Schürze (180) angeordnete Dichtungspackung (174); einen innerhalb des Rahmens (178) angeordneten Faltenfilter-Medium-Bereich (184) und einen Handgriff (190) besitzt, wobei: (A) die Dichtungspackung (174) eine Dichtung innerhalb des Gehäuses (2) bildet.

2. Luftfilter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) das primäre Filterelement (22) eine Querschnitts-Konfiguration mit einem Paar einander gegenüber liegender halbkreisförmiger Enden besitzt, die durch Seiten miteinander verbunden sind.

3. Luftfilter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) das primäre Filterelement (22) eine unrunde (obround) Querschnitts-Konfiguration besitzt.

4. Luftfilter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) das primäre Filterelement (22) eine ovale Querschnitts-Konfiguration besitzt.

5. Luftfilter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) das primäre Filterelement (22) eine nicht zylindrische Kernanordnung innerhalb der Z-Filtermedium-Konstruktion (26) besitzt; d. h., dass die Kernanordnung einander gegenüber liegende Seitenwände besitzt.

6. Luftfilter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) die einander gegenüber liegenden Wände der Kernanordnung einen Einstecksockel bilden.

7. Luftfilter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) die Kernanordnung sich vollständig zwischen der Eintritts-Strömungsfläche und der Austritts-Strömungsfläche erstreckt.

8. Luftfilter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) der Vorfilter (8):

(i) einen ersten Rohrboden (238) besitzt;  
 (ii) wobei jeder der Zentrifugalabscheider (13) an dem ersten Rohrboden (238) befestigt ist;  
 (iii) einen zweiten Rohrboden (254) besitzt,  
 (iv) wobei jeder der Zentrifugal-Abscheider (13) ein zugeordnetes Austrittsrohr besitzt, das integraler Bestandteil des zweiten Rohrbodens (254) ist.

9. Luftfilter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) die Mehrfach-Zentrifugal-Abscheider (13) des Vorfilters (8) so ausgeführt sind, dass sie das Gas in eine rotierende Bewegung versetzen, so dass Materialpartikel in ein Staubabscheiderrohr (14) geführt werden.

10. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–8 mit einer Luftfilterpatrone (22), wobei die Luftfilterpatrone (22) eine Z-Filtermedium-Konstruktion (55) mit einer Eintritts-Strömungsfläche (23) und einer Austritts-Strömungsfläche (24) besitzt; und eine Dichtungsanordnung (28) an der Z-Filtermedium-Konstruktion (55) angeordnet ist; die Z-Filtermedium-Konstruktion (55) mehrere Eintritts-Faltenkanäle (49), besitzt, die an der Eintritts-Strömungsfläche (23) offen sind und an der Austritts-Strömungsfläche (24) für die Durchströmung von Luft verschlossen sind; und mehrere Austritts-Faltenkanäle (51) besitzt, die an der Eintritts-Strömungsfläche (23) verschlossen und an der Austritts-Strömungsfläche (24) für die Austrittsströmung von Luft offen sind, wobei die Filterpatrone (22) dadurch gekennzeichnet ist, dass:

(a) die Z-Filtermedium-Konstruktion (55) einen nicht zylindrischen Aufnahmesockel (130) in mindestens entweder der Eintritts-Strömungsfläche (23) oder der Austritts-Strömungsfläche (24) bildet;

(b) die Z-Filtermedium-Konstruktion (55) eine Konfiguration mit einander gegenüber liegenden runden Endteilen (40 und 41) besitzt, die durch einen ersten Abschnitt (38) und einen zweiten Abschnitt (39) miteinander verbunden sind; und

(c) die Dichtungsanordnung (28) eine Konfiguration mit einander gegenüber liegenden runden Endteilen (40 und 41) besitzt, die durch einen ersten Teil (38) und einen zweiten Teil (39) miteinander verbunden sind.

11. Luftfilter nach Anspruch 10 gekennzeichnet durch:

(a) eine nicht zylindrische Kernanordnung (57) innerhalb der Z-Filtermedium-Konstruktion (55); wobei die Kernanordnung (57) einander gegenüber liegende Seitenwände (134 und 135) besitzt, die an dem Einstecksockel (130) anliegen, wobei:

(i) die einander gegenüber liegenden Wände (134 und 135) mindestens eine Aufnahmetasche (138) bilden.

12. Luftfilter nach Anspruch 11 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) die Kernanordnung (57) eine Zentrierungskonstruktion (150) besitzt, die sich zwischen den einander gegenüber liegenden Wänden (134 und 135) erstreckt und mit den miteinander gegenüber liegenden Wänden (134 und 135) verbunden ist, und die Zentrierungs-Konstruktion (150) einen Scheitel (152) besitzt, wobei:

(i) die Zentrierungskonstruktion (150) die mindestens eine Aufnahmetasche (138) in eine erste und eine zweite Aufnahmetasche (164 und 166) unterteilt.

13. Luftfilter nach einem der Ansprüche 11 oder 12 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) sich die Kernanordnung (57) vollständig zwischen der Eintritts-Strömungsfläche (23) und der Austritts-Strömungsfläche ((24) erstreckt.

14. Luftfilter nach einem der Ansprüche 11–13 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) eine der einander gegenüber liegenden Wände (134 und 135) der Kernanordnung (57) mindestens einen Bereich von Wellen (154) besitzt.

15. Luftfilter nach einem der Ansprüche 11–14 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) die Z-Filtermedium-Konstruktion (55) eine gewinkelte Konstruktion ist und in ihrem Zentrum den Aufnahmesockel (130) bildet.

16. Luftfilter nach einem der Ansprüche 11–15 dadurch gekennzeichnet, dass (a) die Filterpatrone (22) eine „rennbahnförmige“ Konstruktion besitzt.

17. Luftfilter nach einem der Ansprüche 11–16 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) ein Rahmenelement (58, 58') an der Z-Filtermedium-Konstruktion (55) befestigt ist; das Rahmenelement (58, 58') einen Vorsprung (102, 102') besitzt, der sich radial von einer äußeren Seitenwand (25) der Z-Filtermedium-Konstruktion (55) weg erstreckt, wobei:

(i) der Vorsprung (102, 102') sich vollständig um den Umfang der Z-Filtermedium-Konstruktion (55) erstreckt; und

(ii) die Dichtungsanordnung (28) ein Dichtungselement (28, 28') besitzt, das auf dem Vorsprung (102, 102') des Rahmenelementes (58, 58') befestigt ist.

18. Luftfilter nach einem der Ansprüche 11–17 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) sich eine Querstrebenkonstruktion (122) über einen Teil der Filtermedium-Konstruktion (55) erstreckt.

19. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–8 mit einem Sicherheitsfilter-Element (20), wobei das Sicherheitsfilter-Element (20) einen Rahmen (178) mit einer äußeren Schürze (180), eine Dichtungspackung (218), die auf der äußeren Schürze (180) angeordnet ist und einen Bereich eines Filtermediums (184), der an dem Rahmen (178) befestigt ist, besitzt; wobei das Sicherheitsfilter-Element (20) dadurch gekennzeichnet ist, dass:

(a) der Rahmen (178) eine zentrale Trennwand (188), die die Schürze (180) in zwei Teile teilt; besitzt;  
 (b) der Filtermedium-Bereich (184) einen ersten Bereich (186) des Filtermediums und einen zweiten Bereich (187) des Filtermediumsbereich besitzt, die von dem Rahmen (178) gehalten und durch die zentrale Trennwand (188) von einander getrennt werden; und  
 (c) das Sicherheitsfilter-Element (20) ferner einen Handgriff (190) besitzt, der sich von der zentralen Trennwand (188) weg erstreckt; und der Handgriff (190) so bemessen ist, dass er mindestens einen Teil einer menschlichen Hand zwischen dem Handgriff (190) und dem Rest des Filterelementes (22) aufnehmen kann.

20. Luftfilter nach Anspruch 19 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) die Dichtungspackung (218) sich radial von der umgebenden Schürze (180) erstreckt;  
 (b) der erste und der zweite Bereich (186 und 187) des Filtermediums gefaltet sind;  
 (c) der Handgriff (190) integraler Bestandteil der zentralen Trennwand (188) ist, wobei:  
 (i) der Handgriff (190) einen ersten und einen zweiten Eingriff (192 und 198) besitzt, die durch eine Einbuchtung (206) von einander getrennt sind.

21. Verfahren zum Einbau eines primär Filterelementes (22) nach mindestens Anspruch 1 gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:

(a) Bereitstellen eines primären Filterelementes (22) mit einer Z-Filter-Medium-Konstruktion (55) mit einer Eintritts-Strömungsfläche (23) und einer Austritts-Strömungsfläche (24), einer Dichtungsanordnung (28), die an der Z-Filtermedium-Konstruktion (55) angeordnet ist, wobei: die Z-Filtermedium-Konstruktion (55) mehrere Eintritts-Faltenkanäle (49) besitzt, die an der Eintritts-Strömungsfläche (23) offen sind und an der Austritts-Strömungsfläche (24) für den Luftaustritt verschlossen sind; und mehrere Austritts-Faltenkanäle (51) besitzt, die an der Eintritts-Strömungsfläche (23) verschlossen und an der Austritts-Strömungsfläche (24) für den Strömungsaustritt offen sind; die Z-Filtermedium-Konstruktion (55) einen Aufnahmesockel (130) an mindestens entweder der Eintritts-Strömungsfläche (23) oder der

Austritts-Strömungsfläche (24) bildet; die Z-Filtermedium-Konstruktion (55) eine Konfiguration mit einander gegenüber liegenden runden Endteilen (40 und 41), die durch erste und zweite Seitenteile (38 und 39) mit einander verbunden sind, besitzt; die Dichtungs-Anordnung (28) die gleiche Konfiguration besitzt wie die Z-Filter-Medium-Konstruktion (55); und  
 (b) Anordnen des primären Filterelementes (22) in einem Innenraum des Gehäuses (2) durch Einsetzen eines Führungselementes (192), das von einem Innenraum des Gehäuses (2) weg, in den Aufnahmesockel (130) ragt.

22. Verfahren nach Anspruch 21 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) der Verfahrensschritt des Anordnens des primären Filterelementes (22) in den Innenraum des Gehäuses (2) eine Ausrichtung eines Vorsprungs, der integraler Bestandteil eines Sicherheits-Filterelementes (20) ist, das operativ in das Gehäuse (2) in den Aufnahmesockel (130) eingesetzt wird, beinhaltet.

23. Verfahren nach Anspruch 21 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) der Verfahrensschritt des Ausrichtens des Vorsprungs, der integraler Bestandteil eines Sicherheitsfilter-Elementes (20) ist, einschließt:  
 (i) dass das Filtermedium (184) von einem Rahmen (178) gehalten wird; und  
 (ii) der Vorsprung ein Führungselement (212) besitzt, das sich von dem Rahmen (178) weg erstreckt.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21–23 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) der Verfahrensschritt des Ausrichtens eines Führungselementes (212), das sich von einem Innenraum des Gehäuses (2) in den Einstecksockel (130) erstreckt, ein Ausrichten eines Führungselementes (212) in einen nicht-zylindrischen Einstecksockel (130) beinhaltet.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21–23 dadurch gekennzeichnet, dass:

(a) der Verfahrensschritt des Bereitstellens eines primären Filterelementes (22) das Bereitstellen eines Filterelementes mit einer nicht-zylindrischen Kernanordnung (57) innerhalb der Z-Filtermedium-Konstruktion (55) beinhaltet; die Kernanordnung (57) einander gegenüber liegende Wände (134 und 135) besitzt, die an dem Einstecksockel (130) anliegen, um eine Aufnahmetasche (164 und 166) zu bilden.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

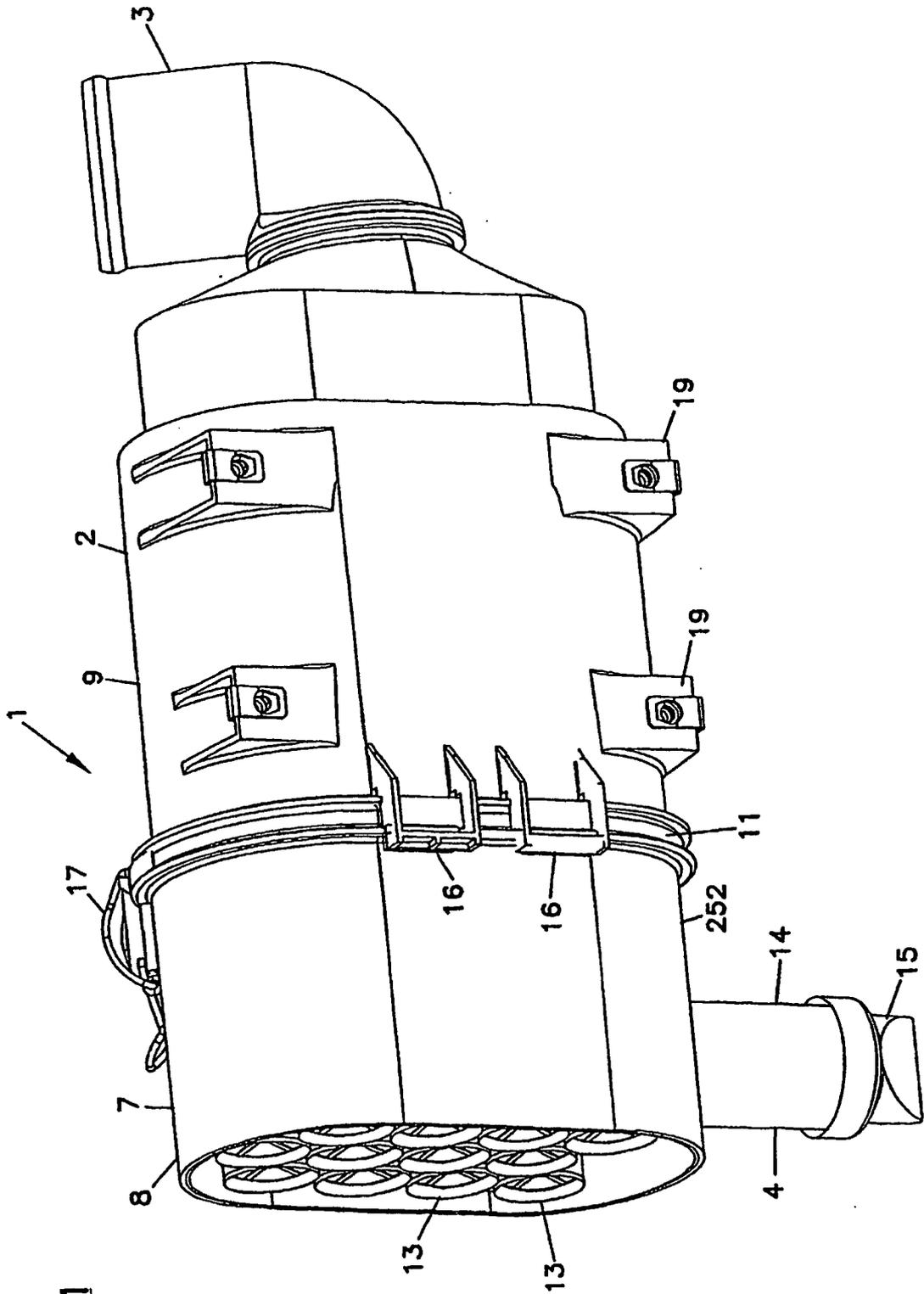


FIG. 1

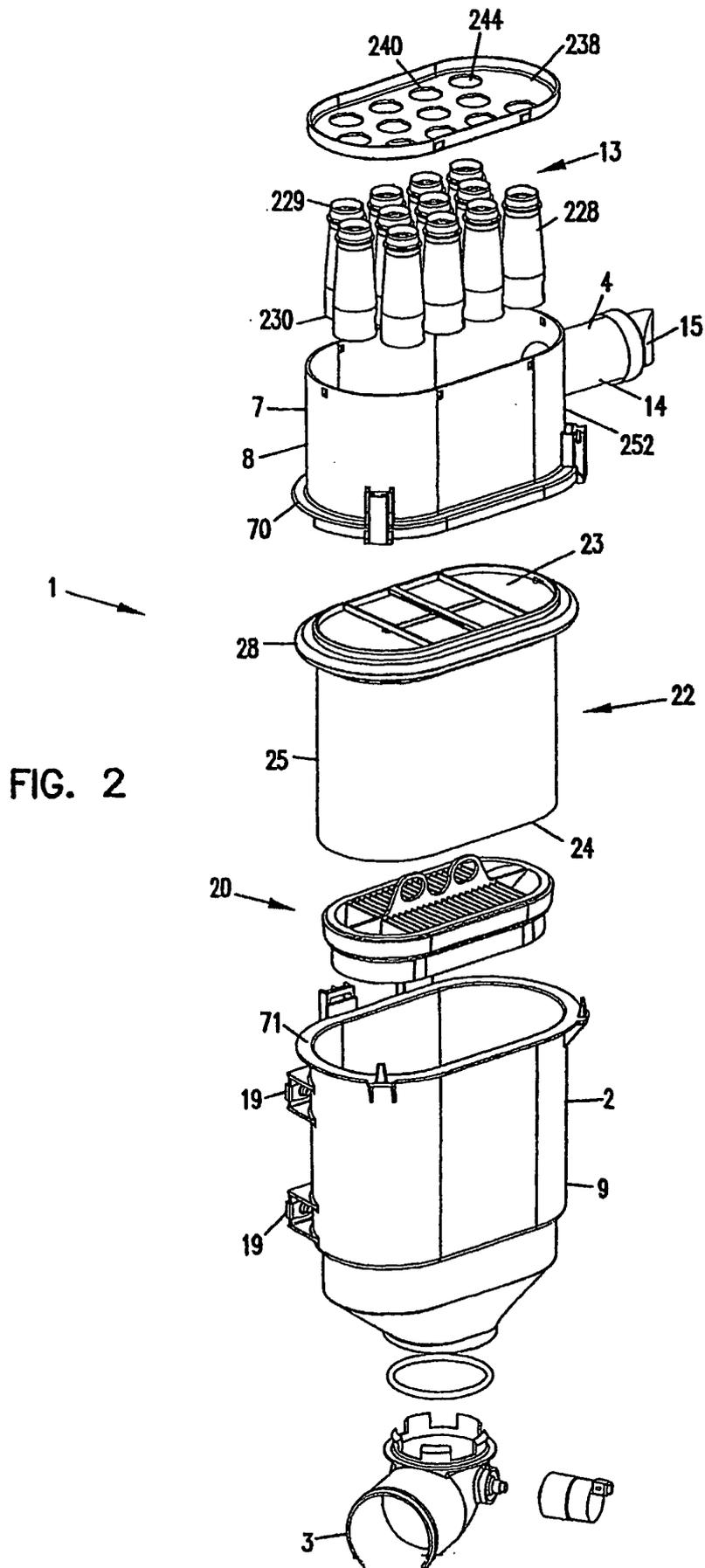
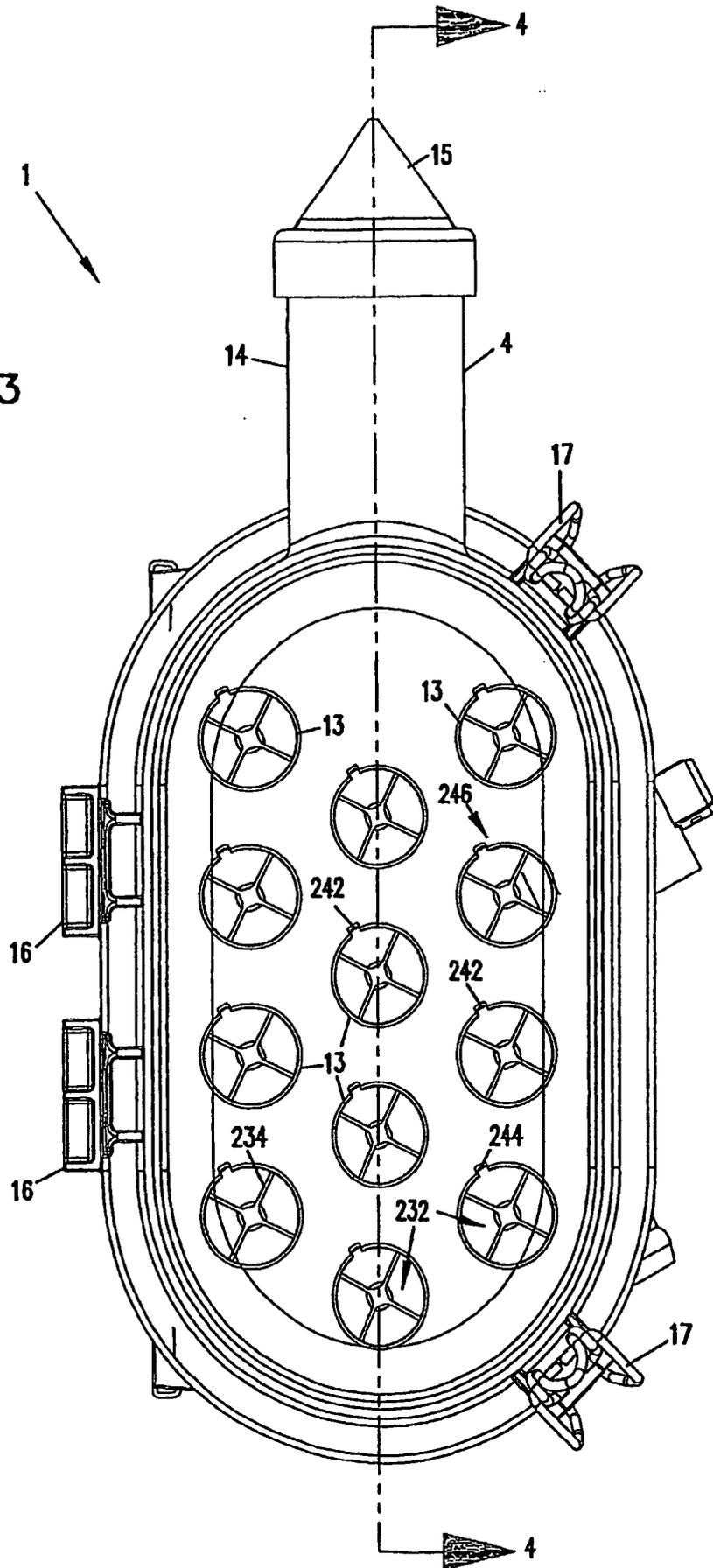
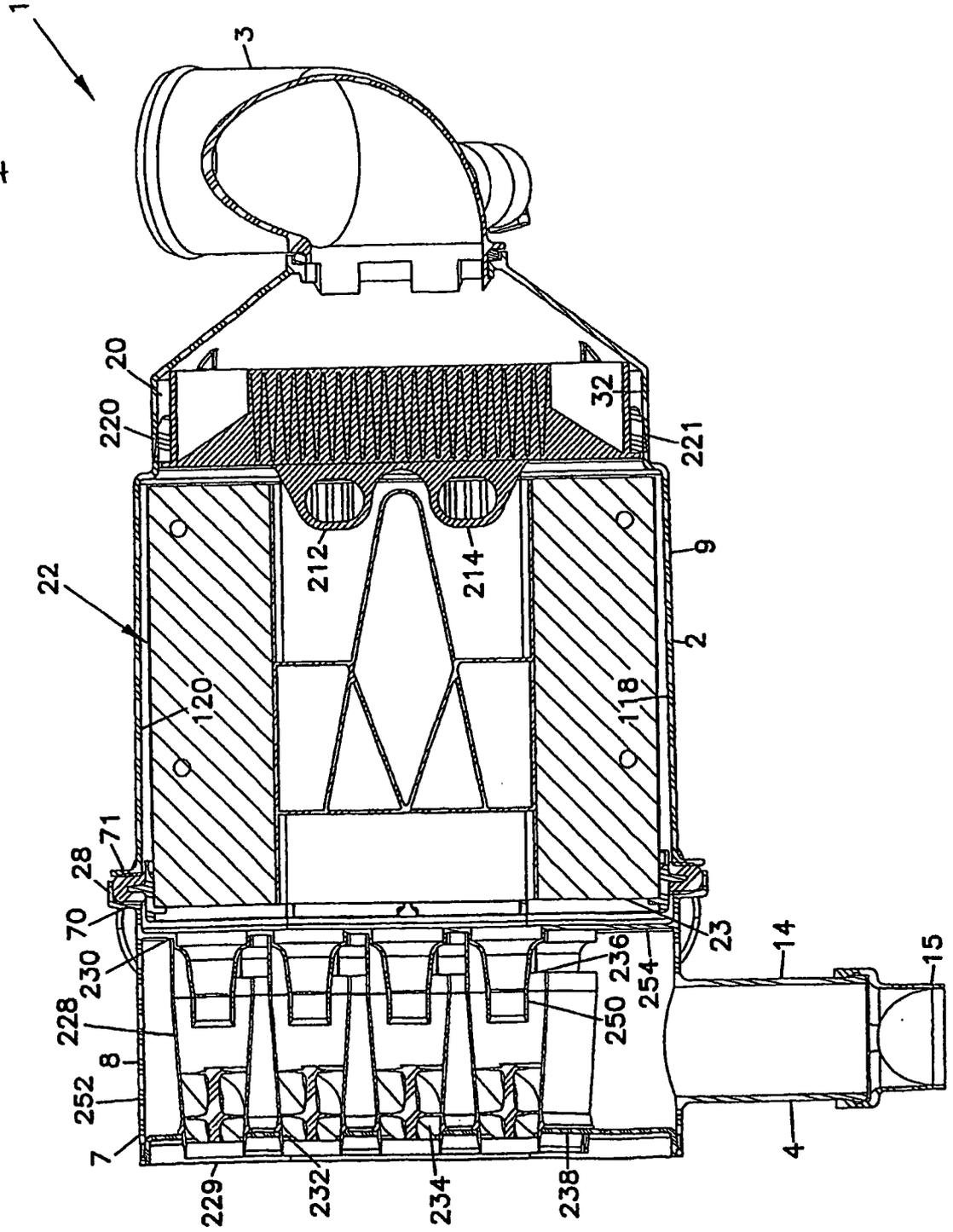


FIG. 2

FIG. 3



F16.4



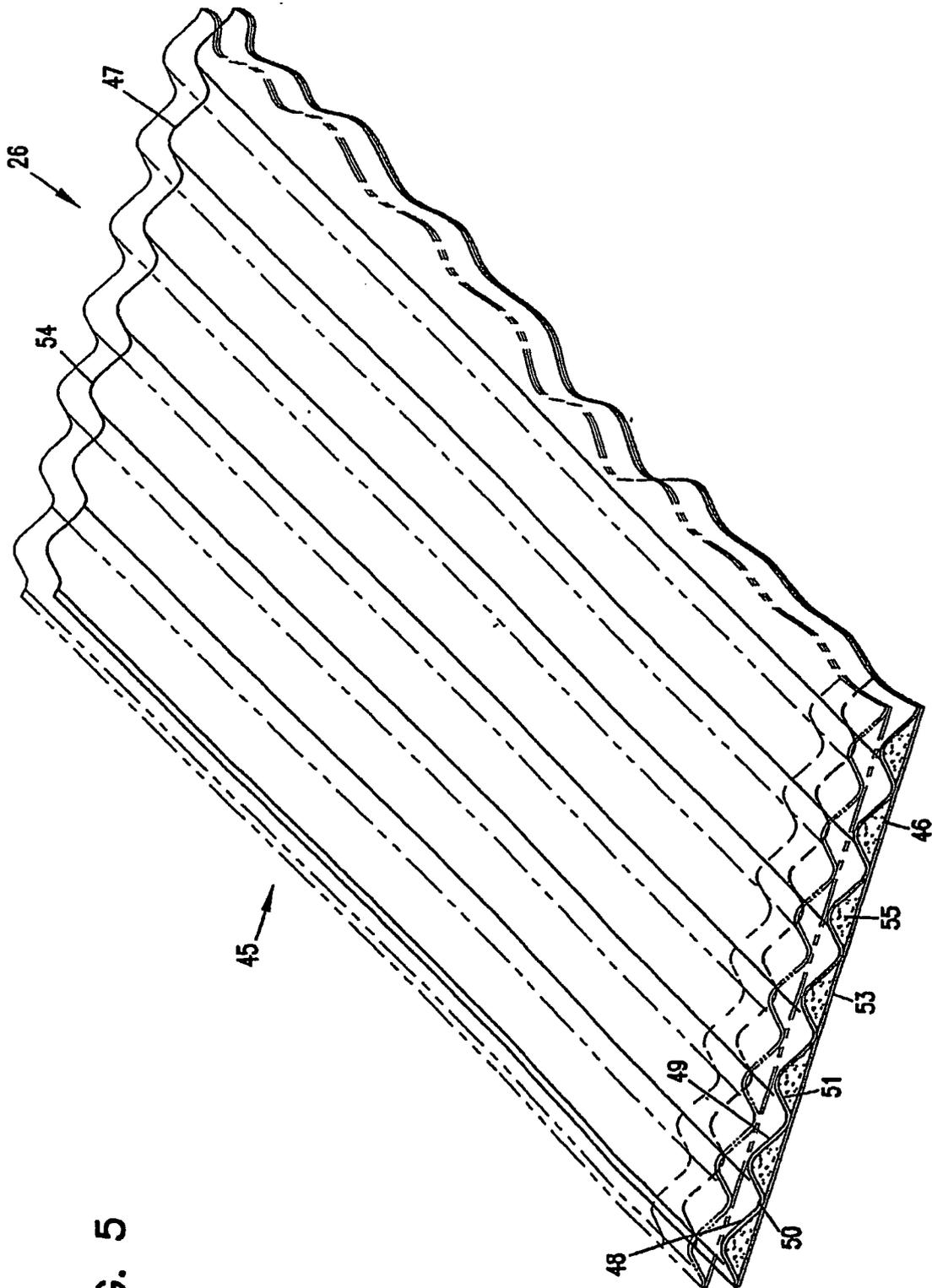


FIG. 5

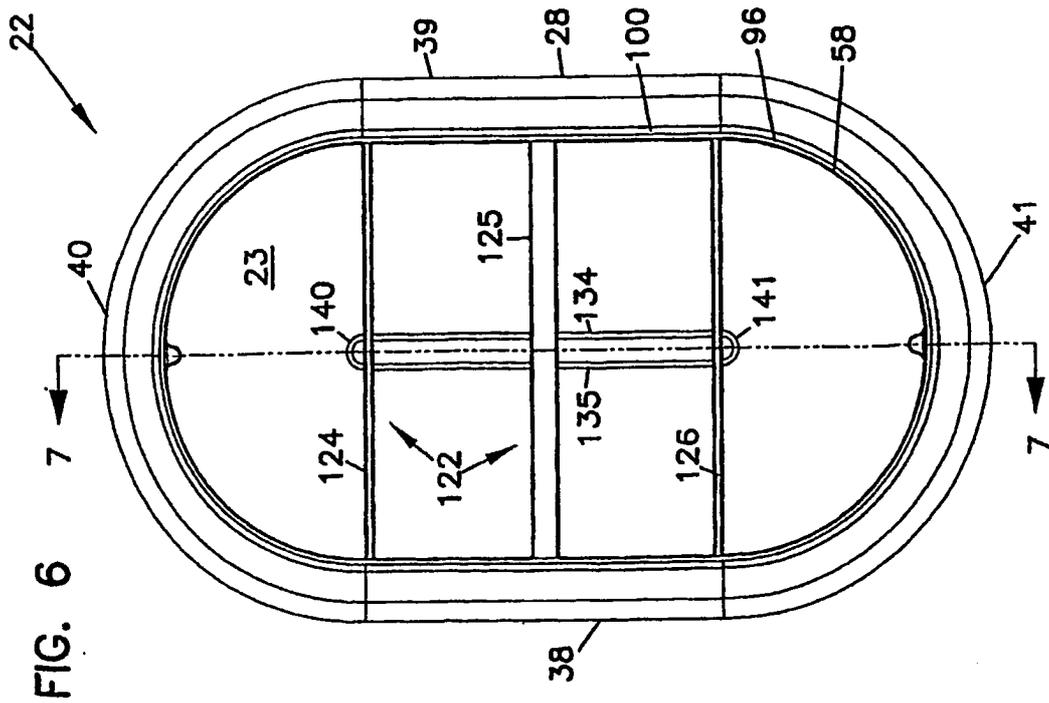
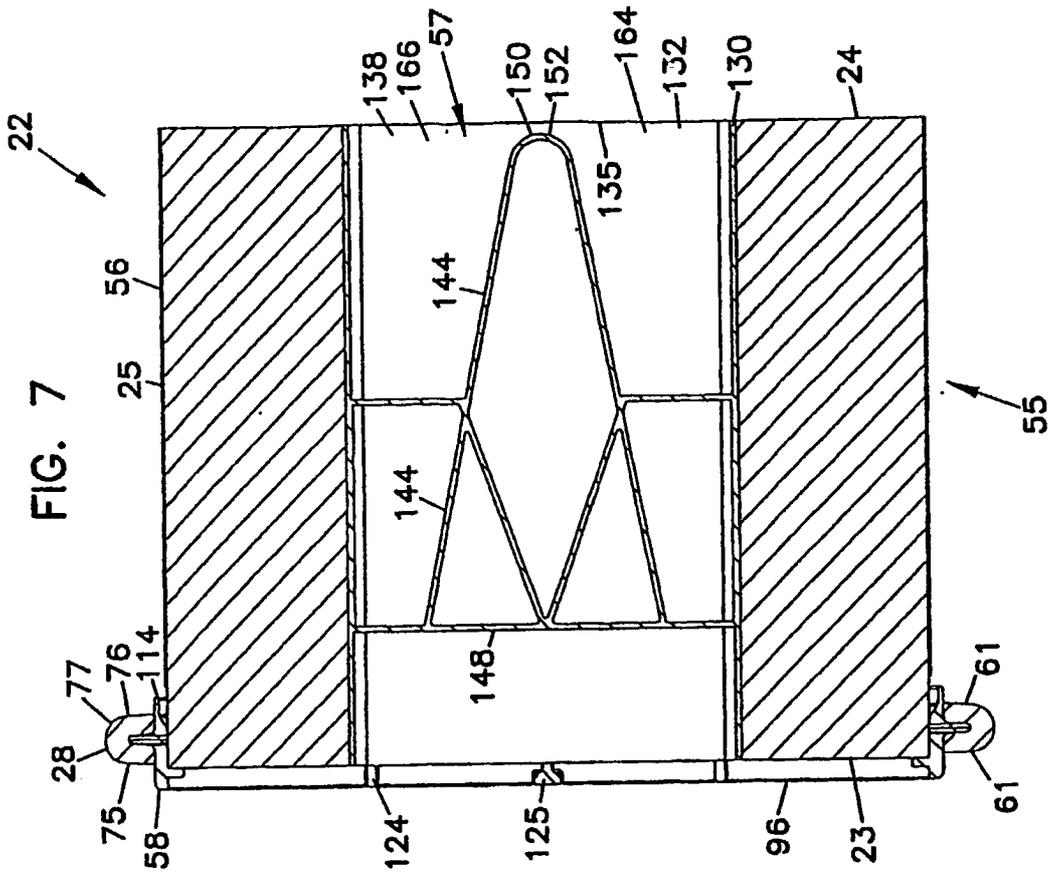


FIG. 8

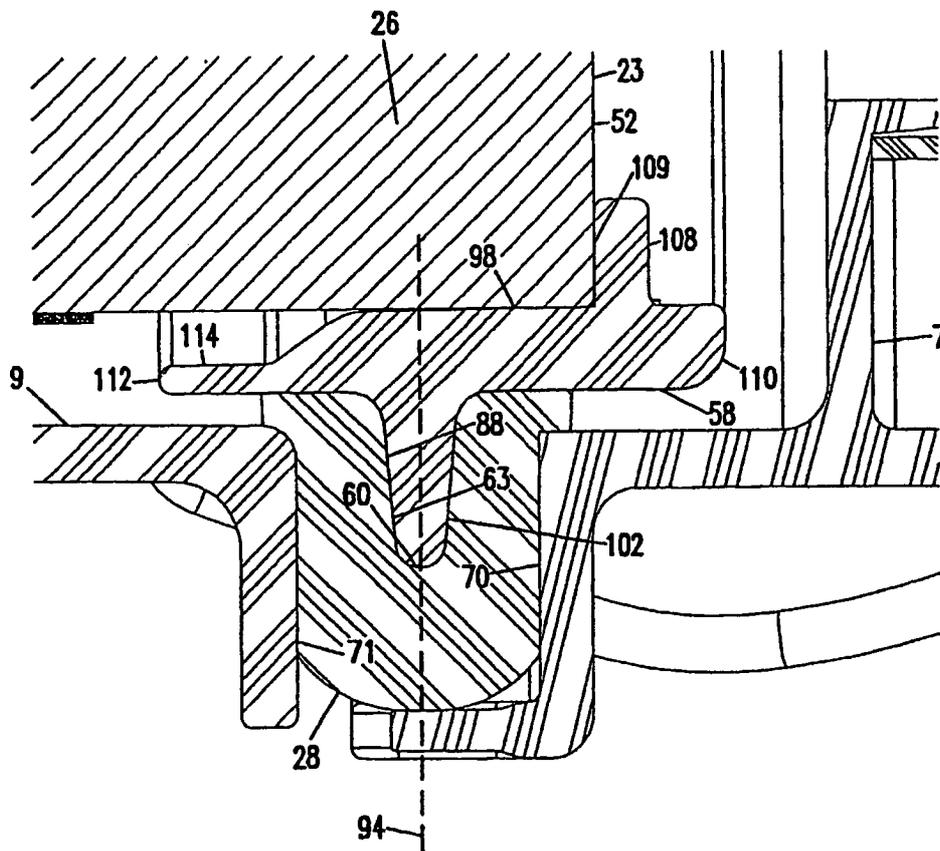


FIG. 10

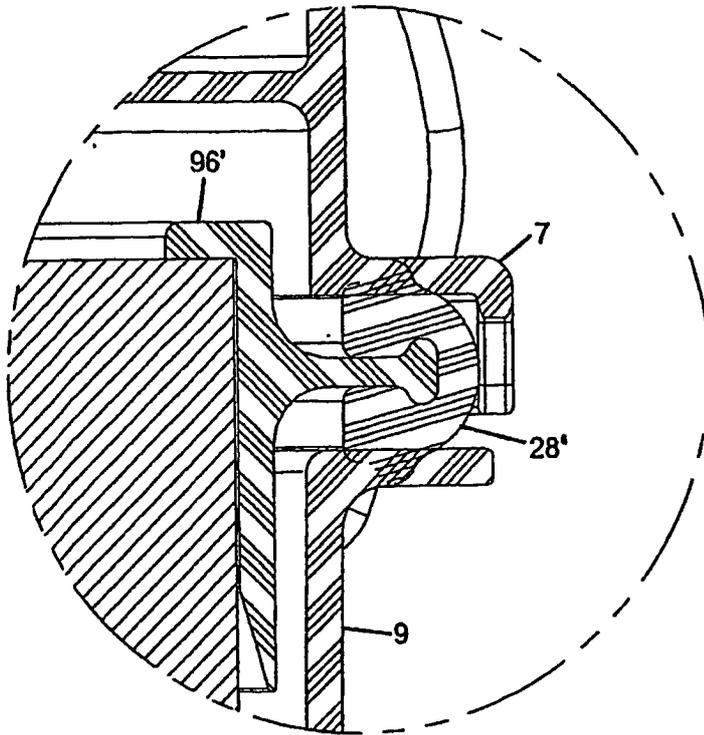
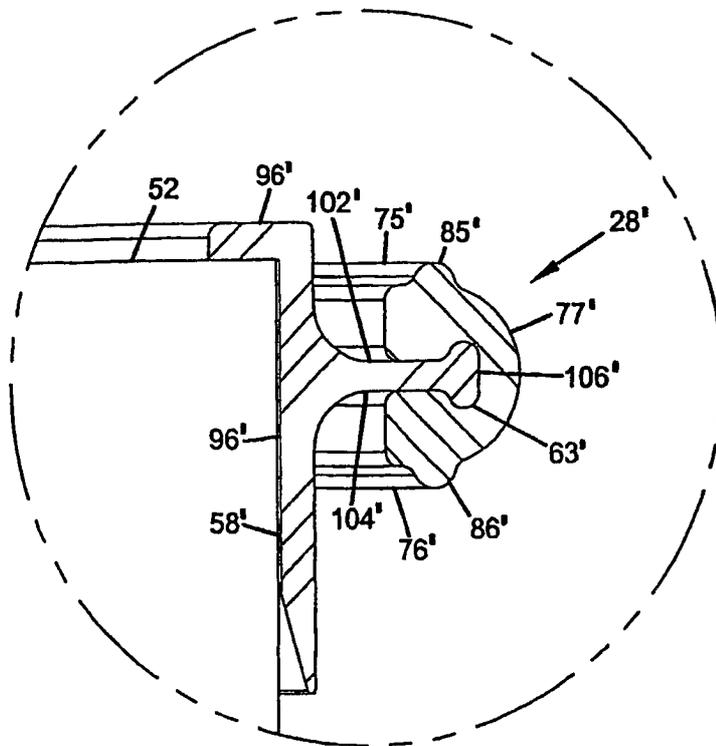


FIG. 9



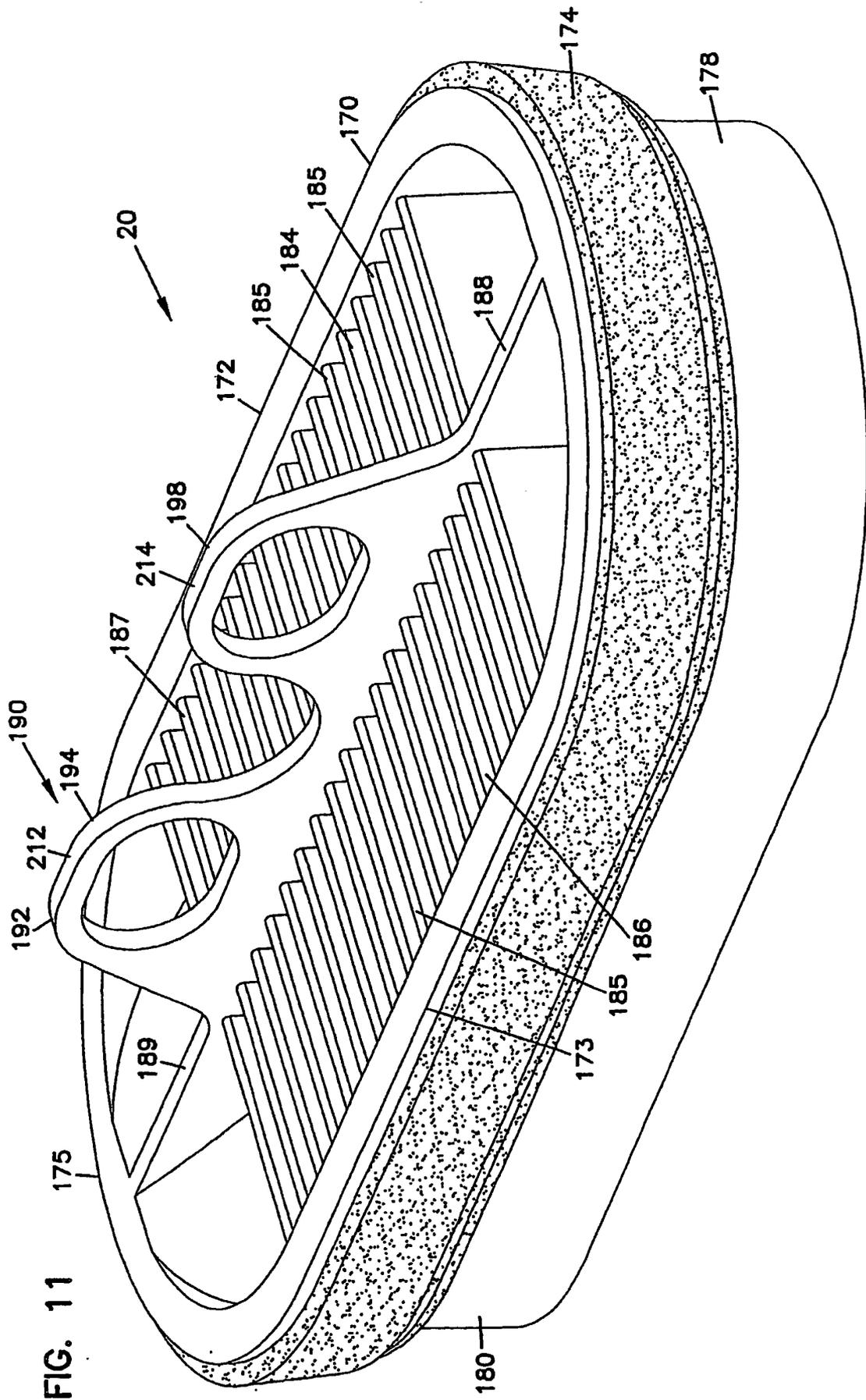


FIG. 11

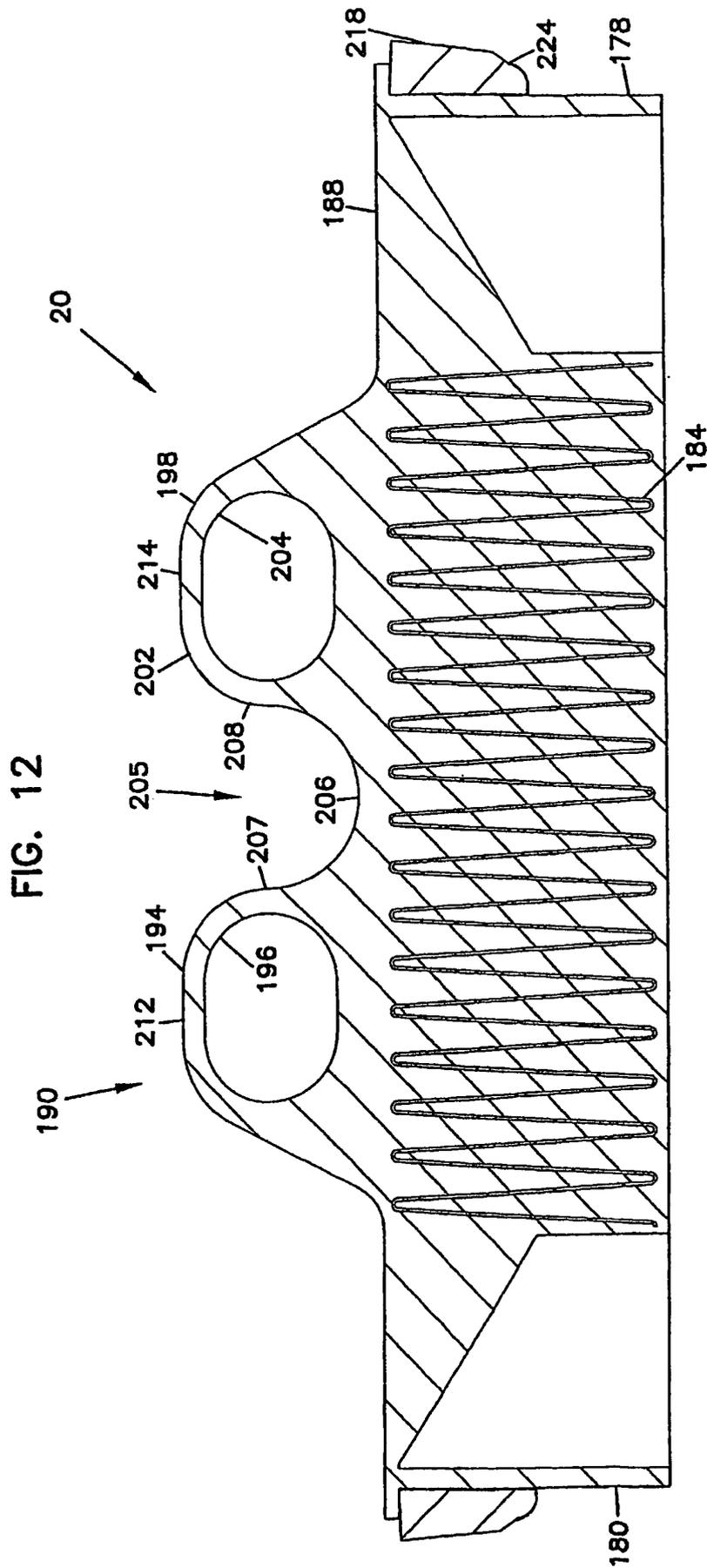
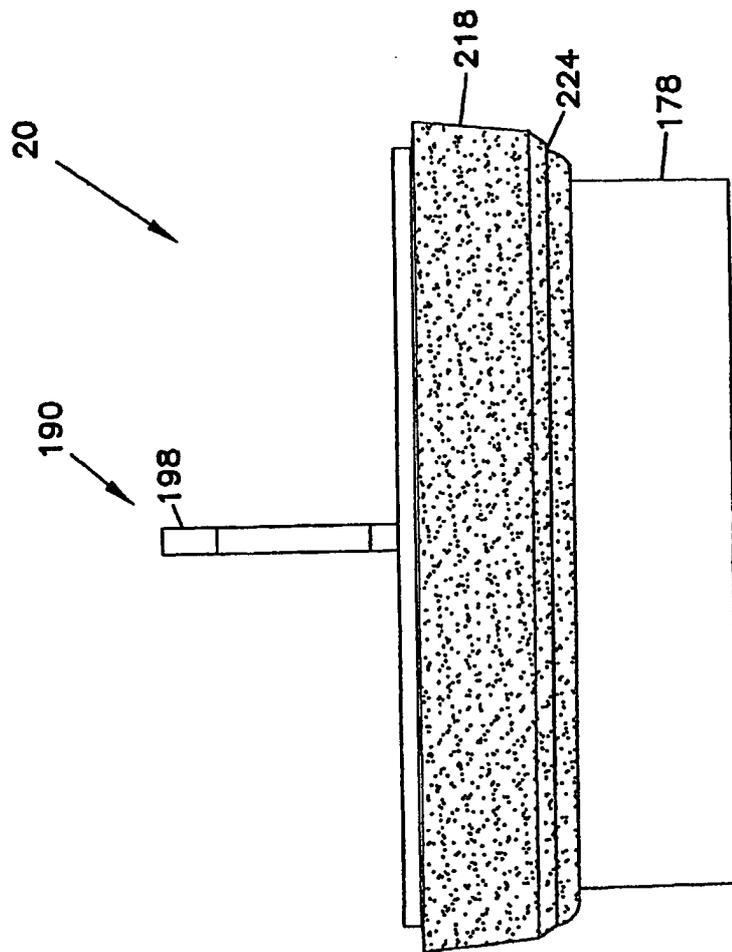


FIG. 13



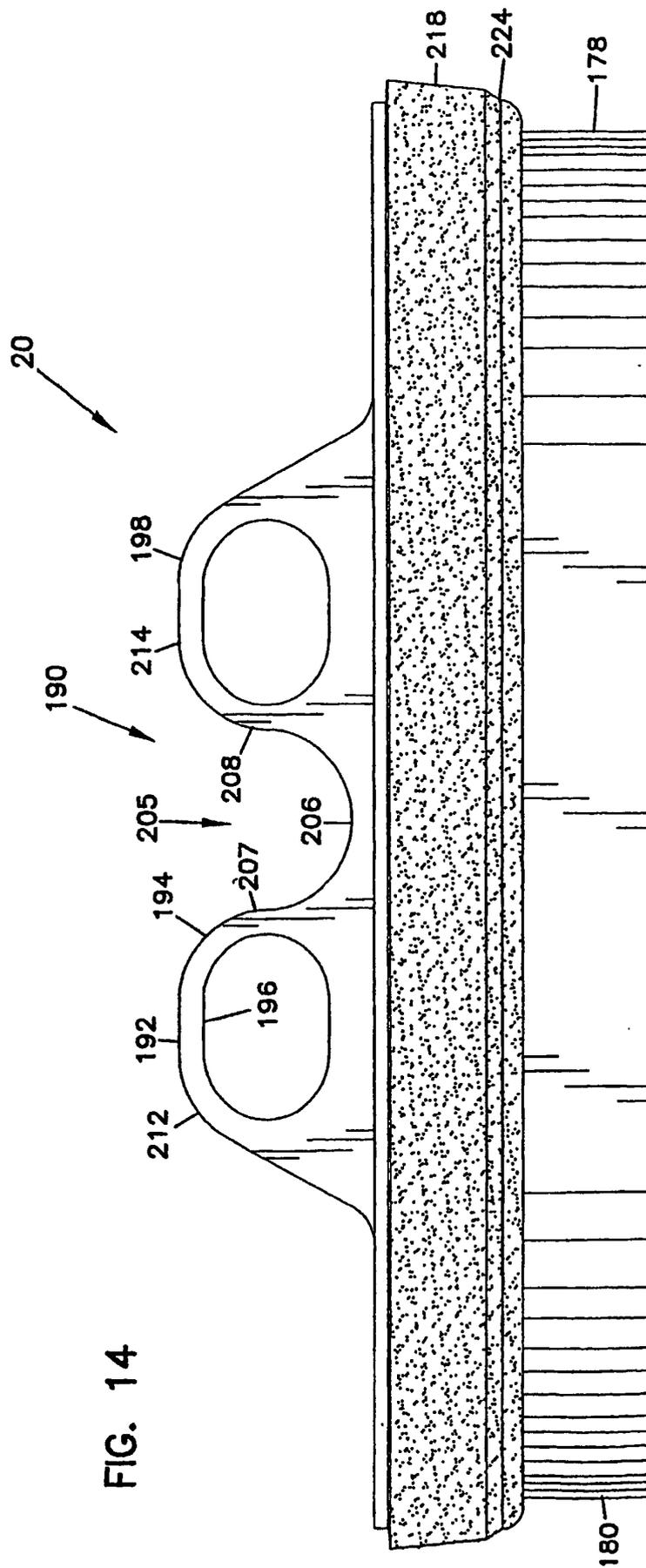


FIG. 14

FIG. 15

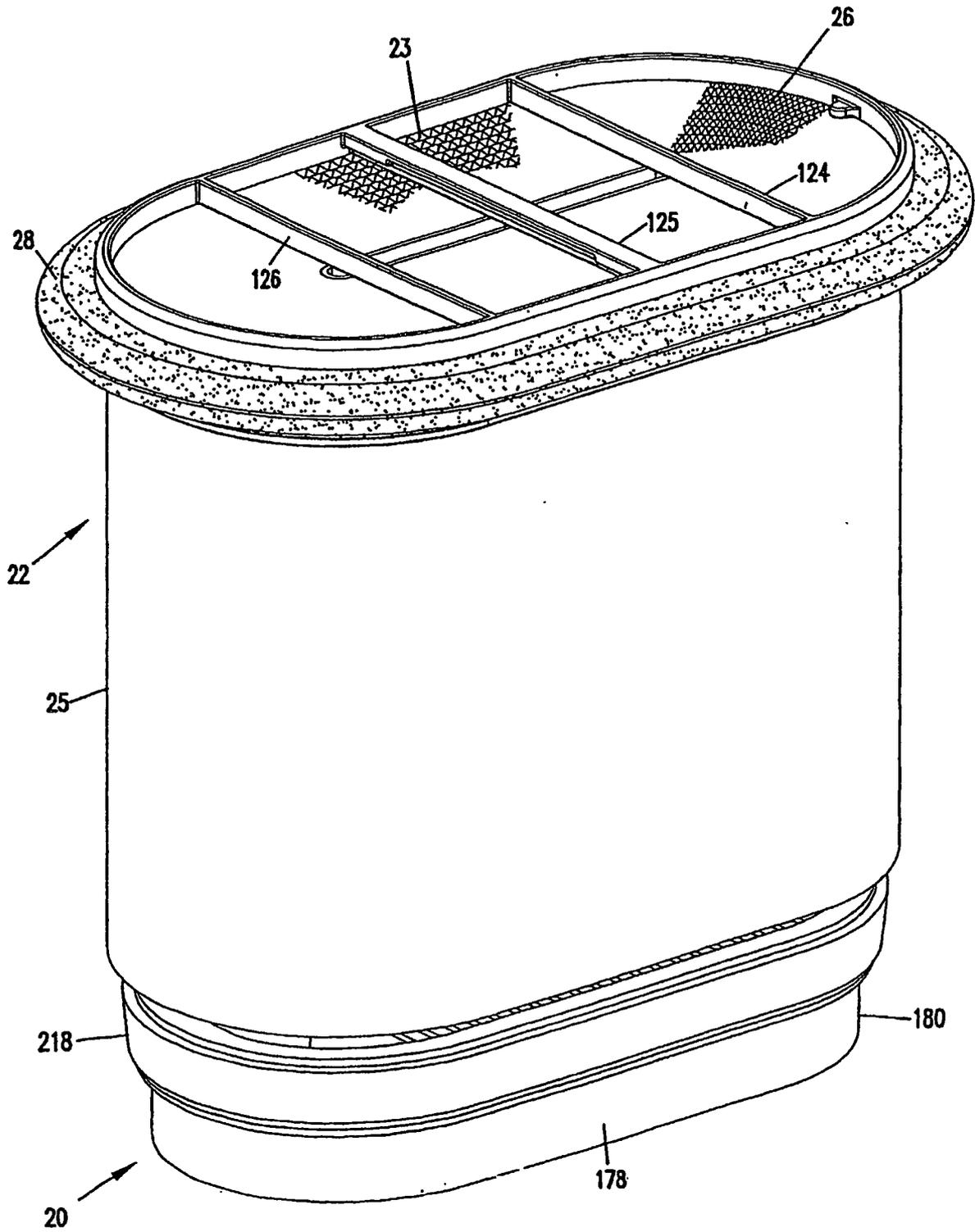


FIG. 16

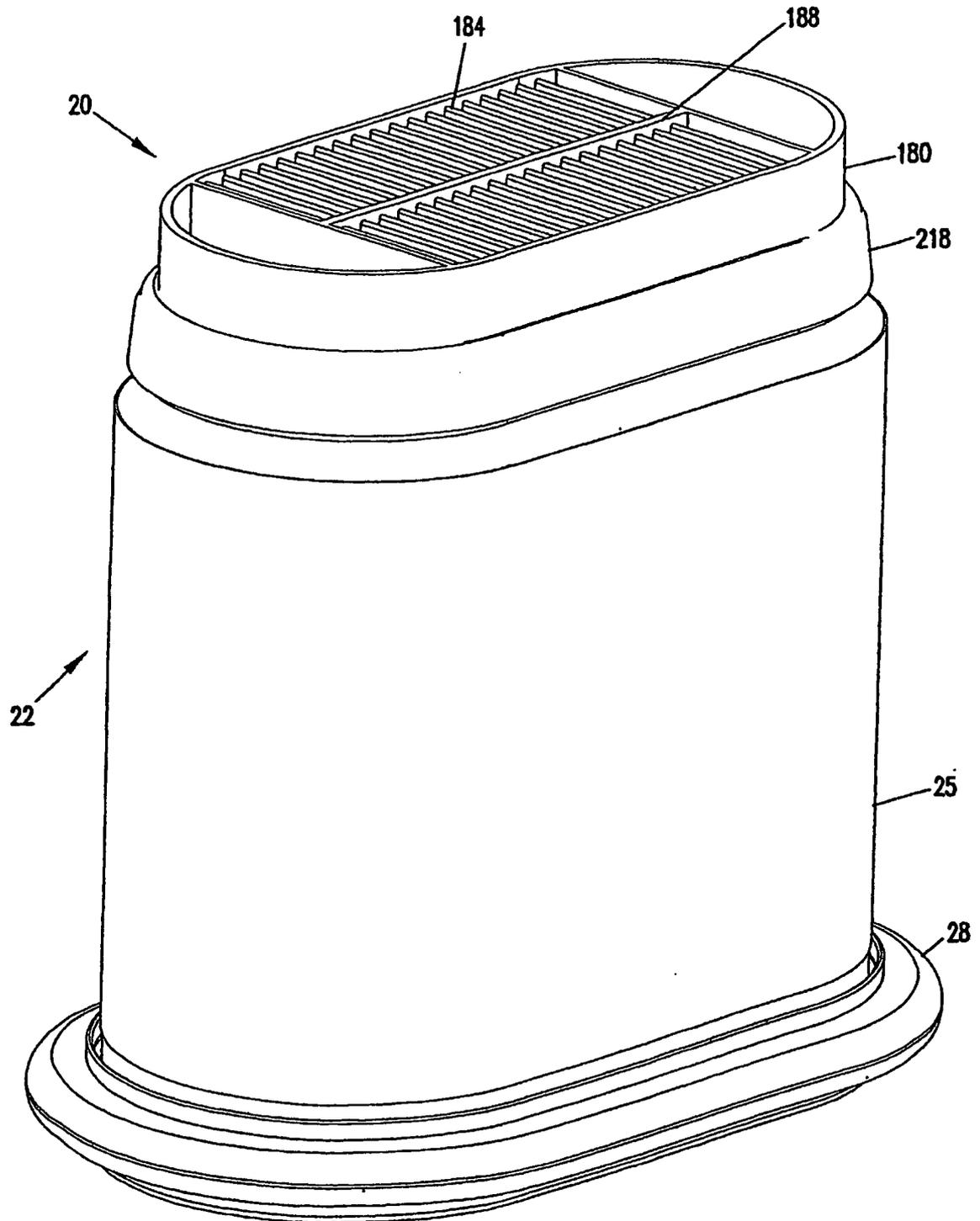


FIG. 18

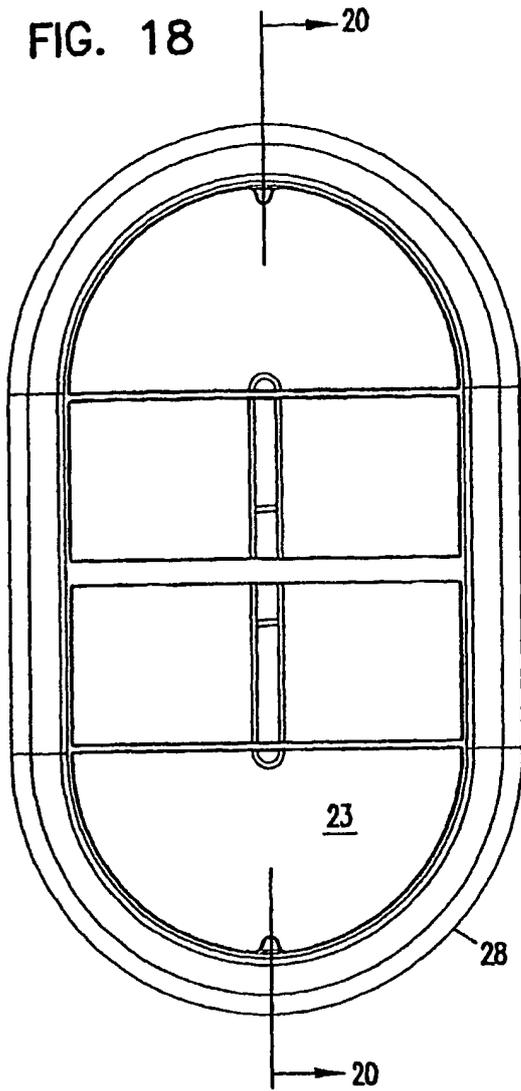


FIG. 19

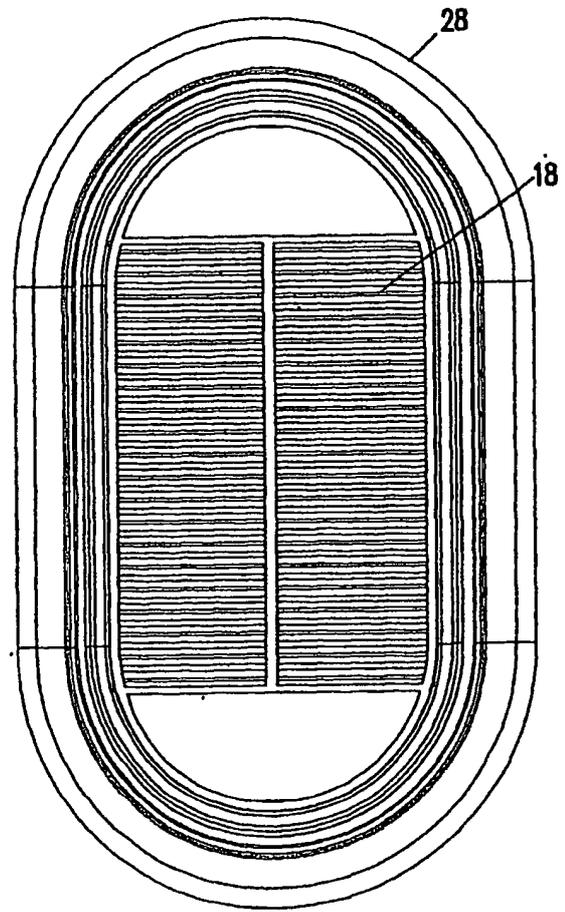


FIG. 17

